This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

UC-NRLF
$B 118 627
251
L4
1903
YC110571

Main Lib.
Physiol. lab.

BIOLOGY
LIBRARY
G

Das Problem

der

geschlechtsbestimmenden Ursachen.

Von

Dr. M. v. Lenhossék

o. Professor der Anatomie an der Universität Budapest.

Mit 2 Abbildungen im Text.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Verlag von Gustav Fischer in Jena.
1903.

QP251
L4

Main Lib.
Physiol. lab.

BIOLOGY
LIBRARY
G

CROCKER

Alle Rechte vorbehalten.

Nach einem in der königlich ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Budapest gehaltenen Vortrage.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Einleitendes.

Das Problem der Geschlechtsbildung, die Frage nach den Ursachen, die das Geschlecht bestimmen, beschäftigt schon seit undenklichen Zeiten den forschenden menschlichen Geist. Schon in dem ältesten medizinischen Werke, dem angeblich in das 10. bis 14. Jahrhundert vor Christi Geburt zurückreichenden Ayurweda des indischen Arztes Susrutas[1]) findet sich eine hierauf bezügliche Bemerkung. Von den Naturforschern des Altertums sind Aristoteles, Hippokrates, Parmenides, Anaxagoras und Galenus dieser Frage näher getreten[2]) und auch im Talmud – im Buche Niddah und an anderen Stellen[3]) — begegnen wir Aeusserungen hierüber. Auch im Mittelalter wurde die Frage der Geschlechtsbestimmung in zahlreichen Schriften lebhaft erörtert.

Wissenschaftlichen Anstrich gewinnt die Bearbeitung des Problems erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts, als die Statistik die Lösung dieser Frage ihren Aufgaben anreihte und mit ihren Hilfsmitteln zu erklären versuchte, welche Umstände auf die Bildung des Geschlechtes von Einfluss sind. Die überaus grosse litterarische Regsamkeit des vorigen Jahrhunderts machte sich auch auf diesem Gebiete geltend und zeitigte eine Litteratur, die an Fülle nichts zu wünschen übrig lässt.

Und in der That, die Frage nach den das Geschlecht bestimmenden Ursachen ist ein Problem, das sich sozusagen von selbst aufdrängt. Nicht so sehr der Wechsel der beiden Ge-

1) Susrutas Ayurvedas. Edidit Hessler, Erlangen 1844. Citiert nach Ploss-Bartels, Das Weib, 4. Auflage, 1895, Bd. I, S. 546.

2) W. His, Die Theorien der geschlechtlichen Zeugung. Archiv für Anthropologie 1870, Bd. IV, S. 197 u. 317.

3) Tractatus Niddah 25, ebenda 40 und Becharoth 60. Cfr. La médecine du Thalmud, trad. par Dr. J. M. Rabbinovicz. Paris 1879.

schlechter ist es, der die Aufmerksamkeit auf sie lenkt, sondern vielmehr gewisse Unregelmässigkeiten in diesem Wechsel, so vor allem die alltägliche Erfahrung, dass die Kinder verschiedenen Geschlechtes innerhalb der einzelnen Familien nicht in regelmässiger Folge und gleicher Zahl zur Welt gebracht werden, sondern dass sowohl in ihrer Verteilung wie in der Reihenfolge ihrer Geburt der blinde Zufall zu walten scheint. Worin liegt nun die Ursache, dass in manchen Familien die Anzahl der Knaben, in anderen wieder die der Mädchen überwiegt? Woher kommt es, dass in manchen Familien — entgegen den Wünschen der Eltern — die Kinder sämtlich gleichen Geschlechtes, Knaben oder Mädchen, sind? Rauber führt einen Fall an[1]), wo die gesamte Nachkommenschaft eines Ehepaares, die die stattliche Zahl von 14 erreichte, durchweg aus Mädchen bestand. Solche Fälle fordern in der That zum Nachdenken heraus; sie nötigen zur Annahme, dass hier unmöglich nur der Zufall allein seine Hand im Spiele haben kann, sondern dass hier gewisse von der Norm abweichende Verhältnisse der erzeugenden Organismen, sei es beider, sei es nur des einen Teiles, den Ausschlag geben müssen. Derartige Fälle sind es hauptsächlich, die unsere Aufmerksamkeit auf die Ursachen lenken, durch die unter normalen Umständen das Geschlecht des Kindes bestimmt wird.

Geschlechtsverhältnis der Neugeborenen.

Wenn auch in den einzelnen Familien jede Gesetzmässigkeit in der Verteilung des Geschlechtes zu fehlen scheint und es den Anschein haben könnte, als wäre die Bestimmung des Geschlechtes durchaus dem Zufall anheimgestellt, so enthüllt die Statistik doch auch hier, wie in vielen ähnlichen, scheinbar dem Spiel des Zufalles preisgegebenen Fällen, das Walten eines ehernen Gesetzes: sie zeigt, dass sich das Verhältnis der Geschlechter unter den Neugeborenen in einer konstanten Zahl darstellt. Dieses Verhältnis — gemeiniglich Geschlechtsverhältnis genannt — beträgt für die Geburten Europas ungefähr 106, d. i. 106 männliche Neugeborene auf je 100 weibliche Geburten. Diese Zahl ist aus vielen

1) A. Rauber, Der Ueberschuss an Knabengeburten und seine biologische Bedeutung. Leipzig 1900. S. 79.

Millionen von Geburten zusammengestellt worden und bezieht sich auf die Gesamtbevölkerung Europas. Legt man die Geburten eines beschränkteren Gebietes oder einer kürzeren Zeitperiode der Berechnung zu Grunde, so kann wohl das Ergebnis von dieser Zahl abweichen, doch sind diese Abweichungen niemals und nirgends sehr bedeutend. Ja, nicht nur in Europa, auf der ganzen Welt bewegt sich die Verhältniszahl um diese Ziffer: überall kommen mehr Knaben, als Mädchen zur Welt[1]).

Diese Ziffer ist bereits im 17. Jahrhundert für die Bevölkerung Londons von dem gelehrten Tuchmacher Graunt[2]) festgestellt worden, der zeigte, dass dort während des Zeitraumes von 1628 bis 1662 105,8 Knaben auf 100 Mädchen geboren wurden. Eine festere Begründung erhielt dieser statistische Nachweis durch Süssmilch, einen der Begründer der Statistik (1707—1787), der in seinem im Jahre 1742 veröffentlichten vielgenannten Werke[3]) die Zahl 106,3 als Summe einer an $54^1/_2$ Millionen Neugeborener Deutschlands, Paris, Londons, Hollands und Dänemarks angestellten statistischen Untersuchung zog.

Nach Bodio's Zusammenstellung[4]) ergiebt sich für die Neuzeit — in der Hauptsache für das Jahrfünft 1887—1891 — bei den Lebendgeborenen folgende Zahl der Knaben auf 100 Mädchen:

Italien	105,8
Frankreich	104,6
England	103,6
Deutschland	105,2
Oesterreich	105,8
Ungarn	105,0
Schweiz	104,5
Belgien	104 5
Niederlande	105,5
Spanien	108,3
Russland	105,4

1) Siehe für aussereuropäische Völker insbesondere die Zahlen bei A. von Fircks, Bevölkerungslehre und Bevölkerungspolitik. Leipzig 1898. S. 171.

2) Graunt, Natural and political observations. Citiert nach W. Stieda, Das Sexualverhältnis der Geborenen. Strassburg 1875. S. 4.

3) J. P. Süssmilch, Die göttliche Ordnung in den Veränderungen des menschlichen Geschlechtes, aus der Geburt, dem Tode und der Fortpflanzung desselben erwiesen. Berlin 1742. S. 135 ff.

4) L. Bodio, Movimento della popolazione, confronti internazionali. Roma 1895.

Dieser Nachweis ist für jeden überraschend, der weiss, dass in Mitteleuropa die Zahl der Frauen die der Männer übersteigt, dem die Thatsache bekannt ist, dass in Europa auf 1000 Männer durchschnittlich 1024 Frauen entfallen[1]). Der grösste Frauenüberschuss findet sich in Norwegen (im Jahre 1891 war das Verhältnis 1000:1092); ziemlich beträchtlich ist er noch in Deutschland (im Jahre 1900 1000:1032). Nach Süden und gegen Osten nimmt der Frauenüberschuss allmählich ab und geht schliesslich in Männerüberschuss über; in Italien, auf der Balkanhalbinsel überwiegt die Zahl der Männer schon die der Frauen und dasselbe scheint für die aussereuropäischen Gebiete zu gelten, mit Ausnahme etwa der Vereinigten Staaten, die wieder einen Frauenüberschuss aufweisen. Die unleugbare Thatsache, dass in einem grossen Teile Europas ein Frauenüberschuss besteht, obwohl mehr Knaben als Mädchen auf die Welt kommen, kann nur darin ihre Erklärung finden, dass die Sterblichkeit der männlichen Individuen im allgemeinen grösser ist, als die der weiblichen. Diese grössere Mortalität beginnt schon im Säuglingsalter und ist namentlich bis zum 5. Lebensjahre sehr stark ausgesprochen, so dass sich daher schon in der Zeit der beginnenden Geschlechtsreife männliche und weibliche Individuen die Wage halten. Weiterhin, namentlich vom 35. Jahr ab, wird das Verhältnis durch die stark überschüssige Sterbeziffer für das „starke" Geschlecht noch ungünstiger, und so ergiebt sich denn schliesslich die oben angegebene Differenz zwischen der Zahl der lebenden Frauen und Männer. Die Ursachen der grösseren Mortalität bei dem männlichen Geschlechte sind noch nicht völlig aufgeklärt; für das Kindesalter können sie bloss in einer geringeren Widerstandsfähigkeit des männlichen Organismus gefunden werden, während für das reifere Alter daneben wohl noch die beim männlichen Geschlechte gesteigerten Berufs- und sittlichen Gefahren, wie Alkoholismus, Kriminalität u. s. w. in Betracht zu ziehen sind.

Eine gleiche Konstanz in der Verhältniszahl des Geschlechtes der Neugeborenen scheint bei den Tieren zu bestehen. Frei-

1) G. v. Mayr, Bevölkerungsstatistik. Freiburg 1897. S. 67.

lich sind die darauf bezüglichen Untersuchungen noch etwas ungenügend zu nennen; aus der Litteratur konnte ich bloss folgende Zahlen zusammenstellen:

Pferd	98,31 : 100	(Düsing)
Rind	107,3 : 100	(Wilckens)
Schaf	97,7 : 100	(Darwin)
Schwein	111,8 : 100	(Wilckens)
Ratte	105,0 : 100	(Cuénot)
Taube	115,0 : 100	(Cuénot)
Huhn	94,7 : 100	(Darwin)
Grasfrosch	82,0 : 100	(Cuénot)
Fliege	96,0 : 100	(Cuénot)

Entwickelungsfaktoren.

Aus der Konstanz dieser Zahlen scheint hervorzugehen, dass wir hier einem sogenannten „Naturgesetz" gegenüberstehen, einem typischen Zug der Organismen, der für sie ebenso charakteristisch ist, wie die Art ihrer Entwicklung, wie Bau und Verrichtung ihrer Organe, ein Zug, den sie mit all' diesen Eigenschaften zusammen überkommen, um ihn wieder fortzuerben.

Wenn wir auch dies anerkennen müssen, so folgt daraus noch immer nicht, dass die Frage nach der Entstehung des Geschlechtes unserem forschenden Streben durchaus unzugänglich wäre; es ist damit noch nicht gesagt, dass es eine vergebliche Mühe wäre, nach den konkreten Faktoren zu suchen, die von Fall zu Fall die unmittelbare Ursache dafür bilden, dass sich der aus dem befruchteten Ei hervorgehende Organismus in der Richtung des einen oder anderen Geschlechtes entwickelt. Denn auch hier, wie in allen Fällen, wo wir einer Entwickelung in der organischen Welt gegenüberstehen, lassen sich die Faktoren, die die Entwickelung bedingen, leiten und ihr die Richtung weisen, nach zwei Gesichtspunkten ins Auge fassen — Gesichtspunkte, die sich gegenseitig nicht ausschliessen, sondern ergänzen. Jeder Entwickelung ist das Endziel vom ersten Momente an gegeben. Der Faktor, der den Werdegang in diesem Sinne bedingt, der, schon im befruchteten Ei vorhanden, diesem den Weg im voraus vorschreibt, den es in seiner Entwickelung zu gehen hat — der „Nisus formativus" der Alten — kann als Vererbungsfaktor bezeichnet werden. Dieser Faktor kann wohl nur in einer be-

stimmten Anordnung des Stoffes bestehen. Immerhin enthüllt uns eine solche summarische Art der Erklärung nur wenig und lässt uns der Frage wie einem Rätsel gegenüberstehen, worin eigentlich die Nötigung besteht, dass sich ein Ei, das dem Ei eines verwandten Tieres vielleicht zum Verwechseln gleichen kann, immer nur zu einem Wesen der betreffenden Art, ein Fischei zu einem Fische, ein Vogelei zu einem Vogel, entwickeln muss. Wir sehen das Walten dieses Faktors und die Rolle der Vererbung in seinem Walten, ohne in sein Wesen einen Einblick zu gewinnen. Es ist uns einstweilen unmöglich, uns überhaupt eine Vorstellung darüber zu bilden, welcher Art eine solche Anordnung des Stoffes, welcher Art die physikalischen und chemischen Eigenschaften des scheinbar so einfachen Protoplasmas der Eizelle sein mögen, dass durch sie die ganze Entwickelung, der Werdegang des Individuums, sein Leben und Vergehen, ja seine Psyche von allem Anfang an vorgezeichnet erscheint.

Ist nun aber einmal die Entwickelung in Gang gesetzt, so tritt neben diesem, die Entwickelung im weitesten Sinne beherrschenden Vererbungsfaktor eine Reihe anderer realer, mechanischet, physikalischer und ähnlicher derartiger Kräfte in Wirksamkeit, dazu bestimmt, den durch jenen Grundfaktor vorausbestimmten Entwickelungsplan zur Ausführung zu bringen, als unmittelbarste Ursachen eines jeden entwickelungsgeschichtlichen Geschehens. Die Entwickelung muss sich schliesslich, wie rätselhaft auch die ihr in letzter Instanz zu Grunde liegende Tendenz sei, doch auf dem Wege eines realen Mechanismus vollziehen, und dieser Mechanismus kann der Gegenstand unserer unmittelbaren Untersuchung sein; er ist unseren Methoden, unseren Experimenten, unserer Analyse zugänglich; ja diese Faktoren sind so real, so sehr abhängig von den verschiedensten physikalischen und chemischen Momenten, dass wir auf ihr Walten durch Aenderung der äusseren Bedingungen, wie der Einwirkung der Temperatur, der Schwerkraft, durch chemische und experimentelle Eingriffe Einfluss zu nehmen im Stande und dadurch in die Lage versetzt sind, den Gang der Entwickelung

zu verlangsamen, ihn von seiner normalen Bahn abzulenken, ja ihn schliesslich ganz zu unterbrechen. Um nur ein Beispiel aus der grossen Fülle des vorliegenden Stoffes herauszugreifen, ist es ein Naturgesetz, dass aus einem Froschei stets nur je ein Frosch hervorgehen soll. Und doch ist es Oskar Schultze[1]) in einem hochinteressanten Experimente gelungen, durch Hervorrufen einer abnormen Schwerkraftwirkung dem Froschei eine derartige Entwickelung zu geben, dass sich aus einem einzigen Ei zwei Frösche entwickelten, allerdings nicht als getrennte Tiere, sondern als Doppelmissbildung. Schultze erreichte dieses Resultat dadurch, dass er das Ei zwischen zwei Glasplatten vorsichtig festklemmte und es sodann, nachdem es seine erste Teilung vollzogen hatte, im Wasser in eine Lage brachte, die der natürlichen Lage des Froscheies entgegengesetzt war[2]). Es liessen sich hier noch manche derartige Beispiele aus dem Bereich der experimentellen Teratologie anführen, jener Wissenschaft, die sich mit der künstlichen Hervorrufung von Missbildungen beschäftigt und einen der interessantesten Teile der Entwickelungsmechanik (Roux) oder Entwickelungsphysiologie (Driesch) bildet.

Und hier, beim Problem der Bildung des Geschlechtes, scheidet sich die Frage nach ähnlichen Gesichtspunkten. Auch hier kommt einerseits der Faktor der Vererbung in Betracht, der mit der Strenge eines Geschickes dem Menschen wie dem Tiere die Verhältniszahl der Geschlechter aufnötigt. Doch haben wir damit nur eine Seite der Frage gestreift. Denn mag auch jene Zahl im voraus festgestellt sein, so müssen es doch im gegebenen Falle, d. h. wenn ein Ei befruchtet wurde, neben diesem Vererbungsfaktor gewisse im Organismus der Mutter oder im Keimstoff des Vaters begründete reale Momente sein, die auf die Geschlechtsentwickelung bestimmend einwirken.

---

1) O. Schultze, Die künstliche Erzeugung von Doppelbildungen bei Froschlarven mit Hilfe abnormer Gravitationswirkung. Archiv für Entwickelungsmechanik 1894, Bd. I, S. 269.

2) Schultze's Beobachtung wurde bald von Wetzel bestätigt. Anderen (so Herlitzka, Endres, Spemann am Tritonei) gelang es, mit anderen Methoden aus einem Ei zwei ganz getrennte Tiere hervorzurufen.

Diese Momente sind jedenfalls derartige, dass sie sich unserem Begriffsvermögen nicht entziehen, und damit ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass der Mechanismus, dessen sich die Natur hier bedient, eines Tages in seinem ganzen Umfange klar vor unseren Augen liegen wird und dass wir sogar auf das Walten der hier wirkenden Kräfte Einfluss werden nehmen können.

Und hier kommen wir zur praktischen, wir möchten sagen populären Seite der Frage. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, wird es uns verständlich, dass die Frage, so oft sie in der wissenschaftlichen Welt aufs Tapet kommt, auch das Interesse weiterer Kreise hervorruft. Dies erklärt das Aufsehen, das das Auftreten Schenk's gemacht hat, der das Problem gelöst zu haben erklärte. Ihm wendete sich auch in demselben Masse das Interesse aller Kreise zu, wie im Jahre 1863 dem Schweizer Gelehrten Thury [1]), der auf Grund längst widerlegter Forschungsresultate die Frage der Geschlechtsbestimmung schon damals gelöst zu haben meinte.

Geschichtliches.

Es kann nicht Aufgabe dieser Ausführungen sein, eine umfassende geschichtliche Darstellung dieser Frage und deren Erörterung in der Litteratur zu geben. Die einschlägigen Daten finden sich in mehreren diesem Gegenstande gewidmeten Büchern und Abhandlungen zusammengestellt, so z. B. in der schon citierten Abhandlung von His, ferner dem bekannten Buche „Das Weib" von Ploss-Bartels und vor allem in dem von grossem Fleisse zeugenden, in seinen Grundanschauungen freilich als verfehlt zu bezeichnenden Werke Janke's [2]). Selbst eine kurze Aufzählung der hierüber im Laufe der Jahrtausende aufgetauchten unzähligen Meinungen würde viele Seiten füllen. Andererseits wäre die darauf gewendete Mühe von mehr als zweifelhaftem Werte. Denn der grösste Teil dessen, was über

---

1) M. Thury, Ueber das Gesetz der Erzeugung der Geschlechter. Uebersetzt von H. A. Pagenstecher. Leipzig 1863.

2) H. Janke, Die willkürliche Hervorbringung des Geschlechts bei Menschen und Haustieren. 2. Auflage. Berlin 1888.

die Frage im Laufe der Zeit geschrieben wurde, kann nicht Anspruch darauf erheben, ernst genommen zu werden. Kaum finden wir ein Gebiet, auf dem die haltlosen, auch des Scheins einer Begründung entbehrenden Hypothesen so üppig in die Halme geschossen wären, wie auf dem vorliegenden. Sie mögen vielleicht einiges Interesse beanspruchen als Zeugnisse dafür, wohin sich die menschliche Einbildungskraft selbst bei vollkommenem Mangel greifbarer Handhaben in ihrem Streben nach Erkenntnis verirren kann — eines wissenschaftlichen Interesses entbehren sie jedoch vollkommen. Aus solchen Kuriositäten setzt sich das erste Kapitel der Geschichte unseres Problems zusammen, das sich von einer naiven Aeusserung des Ayurweda bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts erstreckt; ja selbst bis in unsere Tage setzt sich die Produktion derartiger müssiger Geisteserzeugnisse fort. Mit dem 19. Jahrhundert setzt indessen auch die wissenschaftliche Bearbeitung der Frage ein, und zwar war es, wie bereits erwähnt, die Statistik, die sich zuerst in exakter Weise mit ihr beschäftigte.

Statistik.

Der Erste, der der Frage nach den Ursachen des Geschlechtes auf statistischer Grundlage näher trat, war der württembergische Gelehrte Hofacker, der in seinem 1828 erschienenen Werke[1]) dem Problem der Geschlechtsbestimmung ein Kapitel widmete. Ihm folgte eine grosse Reihe von Statistikern, von denen Bernoulli[2]) (1840), Wappäus[3]) (1861), Wilckens[4]) (1886) und besonders Düsing[5]) hervorzuheben sind, welch' letz-

1) J. D. Hofacker, Ueber Eigenschaften, welche sich bei Menschen und Tieren vererben. Tübingen 1828.

2) Cristoph Bernoulli, Handbuch der Populationistik. Ulm 1840—41. S. 137 ff.

3) J. E. Wappäus, Allgemeine Bevölkerungsstatistik. Leipzig 1861. S. 158 ff.

4) M. Wilckens, Untersuchung über das Geschlechtsverhältnis und die Ursachen der Geschlechtsbildung bei Haustieren. Landwirtschaftliche Jahrbücher, 1886, Bd. XV.

5) C. Düsing, Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses bei der Vermehrung der Menschen, Tiere und Pflanzen. Jena 1884. Separatabdruck aus der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. XVII, N. F. X. — Ders., Die experimentelle Prüfung der Theorie von der Regulierung des Geschlechtsverhältnisses. Daselbst 1886, Bd. XIX, N. F. XII. — Ders., Die Regulierung des Geschlechts-

terer sich seit seiner 1884 erschienenen Monographie unausgesetzt mit dieser Frage beschäftigt. Die Methode der Statistik besteht darin, dass sie die das Geschlechtsverhältnis der Neugeborenen betreffenden Daten nach gewissen auf die Eltern bezüglichen Gesichtspunkten gruppiert und dann untersucht, ob und in welchem Masse sich bei solchen Gruppierungen konstante Abweichungen jener Verhältniszahl von der Durchschnittsziffer zeigen. So untersucht sie, welchen Einfluss das relative und absolute Alter der Eltern, deren gesellschaftliche Stellung, ihre Gesundheits- und Ernährungsverhältnisse, ihr Verhältnis zu einander (legitime und illegitime Geburten), der Zeitpunkt der Befruchtung nach der Jahreszeit, der Wohnort der Eltern (Stadt und Land) auf jene Verhältniszahl ausübt; sie prüft, ob sich in der Geschlechtszahl eine Verschiedenheit ergiebt, je nach dem Umstande, ob das Kind eine Erstgeburt ist oder ob schon andere Geburten vorangegangen sind u. s. w. Untersuchungen in dieser Art sind auch bei Haustieren in grosser Zahl angestellt worden [1]), so namentlich bei Schafen, Pferden, Rindern, Schweinen; insbesondere wurden die Abfohlungstabellen der Gestüte Deutschlands, Oesterreichs und Ungarns derartigen Untersuchungen zu Grunde gelegt. Es braucht nicht besonders betont zu werden, dass die Untersuchungen an Haustieren schon dadurch unser besonderes Interesse verdienen, dass sich die Forschung hier nicht bloss auf die statistische Methode beschränken und mit gegebenen Daten rechnen muss, sondern durch die willkürliche Bestimmung des Zeitpunktes der Befruchtung und die freie Gestaltung der äusseren Umstände, unter denen sich diese vollzieht, sowie durch die Auswahl der zur Paarung bestimmten Tiere, sich der Methode des biologischen Experimentes bedienen kann. Es liegt auf der Hand, dass der Frage auch vom Standpunkt der Tierzucht eine weitgehende praktische Bedeutung zukommt, woraus sich das Interesse

verhältnisses bei Pferden. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1887, Bd. XVI, 1888, Bd. XVII und 1892, Bd. XXI. — Ders., Das Geschlechtsverhältnis der Geburten in Preussen. Berlin 1890.

1) Girou 1828, Fiquet, Schlechter 1884, L. Hoffmann 1885, Wilckens 1886, Janke 1886, Düsing 1887 u. v. a.

erklärt, das seit jeher die praktischen Landwirte ihr entgegenbringen.

Bei aller Anerkennung des bewunderungswürdigen Fleisses, den die Statistik seit Hofacker bis in unsere Tage dieser Frage widmet, drängt sich denn doch die Erkenntnis auf, dass sich die Statistik hier um die Erforschung eines Problems bemüht, dessen Lösung sie mit ihren Methoden nicht erzielen kann. Es ist dies keine einseitige Beurteilung der Verhältnisse, sondern eine Ansicht, die selbst von Statistikern geteilt wird; so kommt der bekannte Statistiker Stieda in seinem diesem Gegenstande gewidmeten Aufsatz [1]) zu dem Schlusse, dass die Frage nach den geschlechtsbestimmenden Ursachen mehr eine Frage der Biologie, als der Statistik ist.

In der That giebt eine Umschau auf das gewaltige, in grosser Fülle angehäufte Material der Statistik ein nur wenig befriedigendes Resultat. Liest man die eine oder andere einschlägige Arbeit, so könnte man wohl den Eindruck gewinnen, dass hier positive, wissenschaftlich verwertbare Ergebnisse vorliegen. Doch schwindet dieser Eindruck, wenn man sich eingehender mit dieser statistischen Litteratur beschäftigt und aus ihr die Summe zu ziehen versucht. Man wird diese Behauptung nicht übertrieben finden, wenn man es beispielsweise unternimmt, sich aus dem fleissigen Werke Rauber's [2]), worin die meisten dieser statistischen Untersuchungen einzeln ihrem wesentlichen Inhalte nach wiedergegeben sind, eine klare Vorstellung von den Ergebnissen, die die Statistik auf diesem Gebiete zu Tage gefördert hat, zu bilden. Kaum begegnen wir einem Ergebnis, das nicht durch andere vielleicht umfangreichere Ermittelungen berichtigt, kaum einer

---

1) W. Stieda, Das Sexualverhältnis der Geborenen. Strassburg 1875. S. 40: „Ich neige allerdings zur Ansicht, dass die Statistiker oder vielmehr die Populationistiker dieses Gebiet den Physiologen allein werden überlassen müssen." Auch der Statistiker Carlberg betont die Ergebnislosigkeit der statistischen Untersuchungen in der Frage nach den Ursachen des Geschlechtes. N. Carlberg, Die Bewegung der Bevölkerung Livlands in den Jahren 1873—1882. Reval 1886.

2) A. Rauber, Der Ueberschuss an Knabengeburten und seine biologische Bedeutung. Leipzig 1900.

Behauptung, die nicht widerlegt oder zumindest bestritten wäre. Und findet sich auch ein oder das andere Ergebnis, worüber Einigung zu herrschen scheint, so stellt sich dieses immer nur als rohes statistisches Zahlenmaterial dar, das wohl den Statistiker schon an sich befriedigen mag, das jedoch erst einer Deutung bedarf, um für das uns beschäftigende Problem biologisch verwertbar zu werden, einer Deutung, die aber immer sehr verschieden ausfallen kann und uns schliesslich doch nur eine Hypothese liefert, und uns daher einer sicheren Lösung der in Rede stehenden Frage nicht näher bringen kann.

Ein Beispiel aus dem umfangreichen Forschungsgebiet mag das Gesagte illustrieren. Es galt lange als einer der am besten begründeten Lehrsätze, dass das relative und absolute Alter der Erzeuger von grossem Einfluss auf das Geschlecht der Nachkommenschaft ist. Dieser Lehrsatz ist im Jahre 1828 von Hofacker (a. a. O.) für den Menschen aufgestellt worden. Unabhängig von ihm entwickelte im Jahre 1830 auf Grund der Geburtsregister der englischen Peers der Engländer Sadler dieselbe Lehre [1]). Nach der Hofacker-Sadler'schen Lehre haben die Kinder solcher Ehen, in denen der Altersunterschied der Ehegatten ein bedeutender ist, die Neigung, dem Geschlechte des älteren der Ehegatten zu folgen; stehen beide Eltern in höherem Alter, so überwiegen die Knabengeburten. Der Physiologe Rudolf Wagner verwertete die Hofacker-Sadler'sche Lehre zur Erklärung des Knabenüberschusses bei den Geburten mit dem Hinweise darauf, dass ja in den meisten Ehen der Vater älter sei, als die Mutter.

Die Hofacker-Sadler'sche Annahme kann heute als widerlegt gelten, besonders seitdem Berner [2]) (1883) auf Grund einer Statistik, die über eine Fünftel-Million Geburten aus der norwegischen Bevölkerung umfasste, vergeblich nach jenem vermeintlichen gesetzmässigen Zusammenhang zwischen dem Alter

---

1) M. Th. Sadler, The law of population. London 1830. S. 333.

2) H. Berner, Ueber die Ursachen der Geschlechtsbildung. Biologisches Centralblatt 1883.

der Eltern und dem Geschlechtsverhältnis der Kinder suchte. Gleich ungünstig für diese Hypothese fielen die Untersuchungen aus, die Stieda (a. a. O. 1875) und Schumann[1] (1883) für die Bevölkerung Elsass-Lothringens, Andere, wie Breslau (1861), Körber (1864), E. Bidder (1878), Birelli (1884), Kollmann (1890), Rosenfeld (1898) für andere Gebiete Europas anstellten, und so muss man wohl annehmen, dass auch bei den neueren, zu gunsten der Hofacker'schen Lehre sprechenden Ermittelungen Turquan's[2]) der Zufall, der in der Statistik manchmal, namentlich bei Berücksichtigung nicht genügend umfassender Zahlenreihen, zu verhängnisvollen Irrtümern führt, seine Hand im Spiele gehabt hat.

Biologie.

Erfolgreicher erwies sich ein anderer Weg, der vielfach seit einigen Decennien zur Ermittelung der geschlechtsbestimmenden Ursachen beschritten wurde, nämlich der biologische. Diese Richtung der Forschung entnimmt ihr Untersuchungsmaterial aus dem Kreise der Zoologie und Botanik, sie bemüht sich, mit den Hilfsmitteln naturwissenschaftlicher Forschung, mit den Methoden der Anatomie, Physiologie und Embryologie, durch Beobachtung der Geschlechtsverhältnisse bei Tieren und Pflanzen das Problem zu lösen. Sie untersucht, welche Momente auf das numerische Verhältnis der Geschlechter bei den niederen Tieren und Pflanzen von Einfluss sind, versucht es auch, durch willkürliche Eingriffe dieses Verhältnis zu beeinflussen und dadurch den Faktoren, die unter normalen Verhältnissen die Geschlechtsbestimmung bewirken, auf den Grund zu kommen; sie berücksichtigt die Ergebnisse der Embryologie, sie geht den ersten Spuren des Sichtbarwerdens der geschlechtlichen Merkmale bei dem sich bildenden Keime nach u. s. w.

Die Spanne Zeit, die die Biologie der Lösung unseres Problems gewidmet hat, ist gegenüber den fast hundertjährigen Bemühungen der Statistik verhältnismässig kurz und doch über-

1) A. L. Schumann, Die Sexualproportion der Geborenen. Oldenburg 1883.

2) V. Turquan, Durée de la génération humaine. Revue scientifique 1896, Tome V, p. 171.

treffen die Resultate, die sie bereits gezeitigt hat, schon bis jetzt an Sicherheit, Eindeutigkeit und Tragweite die Ergebnisse, die die Bevölkerungsstatistik mit ihren Methoden auf diesem Gebiete bisher erreicht hat, um ein Bedeutendes, so dass wir auch in der Zukunft von dieser Richtung der Forschung die wichtigsten Aufschlüsse über unser Problem erwarten dürfen.

Der Aufgabe, das Problem vom biologischen Standpunkte ins Auge zu fassen, die Thatsachen, die uns die biologischen Untersuchungen in betreff der Frage nach den das Geschlecht bestimmenden Ursachen bieten, zu prüfen, sollen die folgenden Ausführungen gewidmet sein. Die Fülle des Materials, die das Tierreich allein dem Forscher gewährt, mag die Beschränkung auf dieses rechtfertigen.

Korschelt's Beobachtungen an Dinophilus.

Von den Thatsachen, die wir der biologischen Forschung verdanken, ist eine schon vor mehr als zwanzig Jahren veröffentlichte Beobachtung des jetzt in Marburg thätigen bekannten Zoologen Korschelt[1]) von grundlegender Bedeutung. Sie bezieht sich auf Dinophilus apatris, einen kleinen Wurm, der zur Gattung der Strudelwürmer gehört. Die Weibchen dieses im Seewasser lebenden winzig kleinen Tieres sind immerhin noch 1,2 mm gross, dagegen erreichen die Männchen, die man vor Korschelt gar nicht kannte, bloss eine Länge von 0,04 mm. Der hier so stark in die Augen fallende Geschlechtsdimorphismus erscheint um so auffallender, als bei den anderen Dinophilusgattungen, abgesehen von den beiden mit Dinophilus apatris beinahe identischen Formen Dinophilus gyrociliatus und metameroides, Männchen und Weibchen von gleicher Körpergrösse sind. Die auch sonst unvollkommener gebauten und in bedeutend geringerer Zahl vorhandenen Männchen von Dinophilus apatris leben bloss zehn Tage, während sich die Lebensdauer des Weibchens auf Monate erstreckt.

---

1) E. Korschelt, Ueber Bau und Entwickelung des Dinophilus apatris. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie 1882, Bd. XXXVII, S. 315.

Das Weibchen besitzt nur einen Eierstock, der an der Grenze von Magen und Darm liegt. Die reifen Eier lösen sich aus dem Eierstock und füllen den hinteren Teil des Körpers völlig aus, so dass der Rumpf des Tieres unförmlich aufgetrieben erscheint. Korschelt wies nach, dass es unter diesen Eiern zwei Formen giebt: die einen sind gross, oval und wegen der in ihnen aufgespeicherten Dotterkörnchen von trübem und undurchsichtigem inneren Bau, die anderen — geringer an Zahl — zeigen eine mehr rundliche Gestalt, sind beträchtlich kleiner als jene und von durchscheinender, klarer Beschaffenheit. Die Samenfäden der Männchen befruchten die Eier noch innerhalb der Körperhöhle, worauf das Tier die befruchteten Eizellen durch eine Oeffnung des Körpers in das Seewasser treten lässt, und zwar von zarten Cocons umgeben, in denen zwei, drei oder auch eine grössere Anzahl Eier liegen. (S. Fig. 1.) Korschelt trennte nun die befruchteten Eier beider Kategorien von einander und konnte auf diesem Wege feststellen, dass aus den grossen Eiern weibliche, aus den kleineren männliche Tiere entstehen. Der Grössenunterschied der beiden Eiergattungen steht in offenbarem Zusammenhange mit der verschiedenen Grösse der fertigen Individuen.

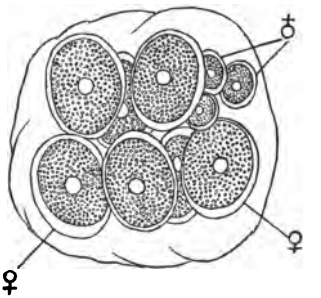


Fig. 1. Eicocon von Dinophilus apatris, mit grösseren weiblichen (♀) und kleineren männlichen (♂) Eiern. Aus E. Korschelt und K. Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwickelungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Allgemeiner Teil. Jena 1902. S. 252.

Das Vorkommen verschieden grosser Eier für die beiden Geschlechter steht in der Natur nicht vereinzelt da. Eine ähnliche Erscheinung finden wir auch bei gewissen Rotatorien, z. B. bei Hydatina. Auch die männlichen und weiblichen Geschlechtstiere der Phylloxera gehen aus verschieden grossen Eiern hervor, doch scheint der Grössenunterschied der Eier verschiedenen Geschlechtes bei diesen Tieren nicht so regelmässig ausgeprägt zu sein, wie bei Dinophilus. Auch sind dort die Verhältnisse etwas

kompliziert durch das Hineinspielen der sogenannten Parthenogenese, mit der wir uns im weiteren Verlaufe dieser Ausführungen noch beschäftigen werden. Einen ähnlich klaren, von jeglichen Nebenumständen freien Fall weist das Tierreich sonst nicht auf.

Hier liegt also ein Fall vor, wo uns die Natur ihr sonst so sorgsam verhülltes Geheimnis deutlich offenbart, wo sie die Methode klar zu Tage treten lässt, nach der sie hier in der Bestimmung des Geschlechtes der Nachkommen verfährt. Es ist unzweifelhaft, dass hier das Geschlecht schon im Ei festgestellt ist und zwar vor der Befruchtung: das weibliche Tier bringt zwei Gattungen von Eiern, männliche und weibliche hervor, in ihrer Form und Grösse von einander etwas verschieden. Somit bleibt auf das Geschlecht der Tiere die Befruchtung ganz ohne Einfluss; der väterliche Organismus übt auf das Geschlecht der Nachkommen keinerlei Ingerenz aus. Der befruchtende Samenfaden setzt zwar in der Eizelle den Entwickelungsprozess in Gang, hat aber auf die Richtung dieser Entwickelung in Bezug auf das Geschlecht der sich entwickelnden Brut keinerlei Einwirkung.

Dieser Beobachtung ist deshalb eine so fundamentale Bedeutung beizumessen, weil wir in ihr eine sichere und jede andere Auffassung ausschliessende Thatsache erkennen, die als Ausgangspunkt in der schwierigen Frage der Geschlechtsbestimmung dienen kann. Schon dieser eine Fall könnte in dem Naturforscher die Frage wachrufen, ob nicht der hier beobachtete Vorgang ein Gesetz von allgemeiner, das ganze Tierreich umfassender Geltung ist, d. h. ob nicht überall das Geschlecht der Nachkommenschaft durch Bildung zweierlei Eier, männlicher und weiblicher, im mütterlichen Organismus begründet ist. Diese Ansicht könnte sich auf den Gedanken stützen, dass es unwahrscheinlich sein mag, dass sich die Natur in einer so fundamentalen Frage bei den verschiedenen Tiergattungen eines verschiedenen Verfahrens bedienen sollte, dass es vielmehr näher liegt, dass sie zur Erreichung des gleichen Zieles die gleichen Mittel in An-

wendung bringt. Eine derartige Verallgemeinerung eines einzelnen Falles würde aber gegen die Grundprinzipien naturwissenschaftlicher Forschung verstossen. Immerhin ist es aber für die Forschung in einer so schwierigen Frage von nicht zu unterschätzendem Werte, eine Basis zu gewinnen, von der aus die Forschung weiterschreiten kann. Es ist durchaus nicht immer ein Hindernis der wissenschaftlichen Forschung, sondern es befördert vielmehr oft den Erfolg einer Untersuchung, wenn der Forscher zu seiner Aufgabe eine sogenannte „vorgefasste Meinung" mitbringt, selbstverständlich mit dem Vorbehalt, dass er sich nicht allzu eigensinnig an diese Meinung klammert, sondern allezeit bereit ist, sobald die gefundenen Ergebnisse ihr widersprechen, sie auf das richtige Mass zurückzuführen oder ganz fallen zu lassen. Es kann daher in unserem Falle nur von Vorteil sein, wenn wir uns zunächst auf den Boden der sich aus den Beobachtungen Korschelt's ergebenden Schlussfolgerung stellen; es wird sich in der Folge darum handeln, festzustellen, ob die weiteren Thatsachen und Beobachtungen aus dem Tierreiche mit dieser Annahme in Einklang gebracht werden können oder nicht.

Bei der überwiegenden Mehrzahl der Tiere freilich lassen sich derartige Unterschiede zwischen den einzelnen Eiern nicht nachweisen, vielmehr erscheinen die Eizellen je einer Tierspezies im Zustande der Reife fast überall von gleicher Grösse, Form und innerer Beschaffenheit. Sie scheinen uns gleich, womit aber noch nicht gesagt ist, dass sie es auch wirklich sind. Es ist ja möglich, dass die Geschlechtsunterschiede der Eier so unscheinbar, so sehr auf die allerfeinsten Strukturverhältnisse beschränkt sind, dass sie unseren gegenwärtigen Untersuchungsmethoden entgehen. Auch ist es ja denkbar, dass diese Unterschiede nicht in den mit dem Mikroskop erkennbaren gröberen Gestaltungsverhältnissen, sondern vielmehr in jener jenseits der Grenzen des mikroskopischen Sehens liegenden Molekularstruktur begründet sind, die man neuerdings „Metastruktur" genannt hat (M. Heidenhain). Es könnte sich auch möglicherweise bloss um chemische Abweichungen

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF

handeln ohne morphologische Parallelerscheinungen. Im übrigen ist auch festzuhalten, dass die Eier vieler Tiere von diesem Gesichtspunkte aus noch nicht genügend geprüft sind. Es erscheint durchaus nicht ausgeschlossen, dass eine auf diesen Punkt gerichtete sorgfältige Untersuchung bei manchen anderen Tieren noch Verschiedenheiten der Eier aufdecken wird, die sich mit dem verschiedenen Geschlechtscharakter dieser Eier in Verbindung bringen lassen. Besonders werden von der künftigen Forschung die Eier solcher Tiere ins Auge zu fassen sein, bei denen der geschlechtliche Dimorphismus stark ausgebildet ist.

Was das Wesentliche der Geschlechtsdifferenz der Eier bei Dinophilus u. s. w. ist, das ist uns unbekannt. Die verschiedene Grösse und Form der Eier sind nur Aeusserlichkeiten, die uns keinen Einblick in das Wesen der Dinge gewähren. Ein erster Schritt in der Richtung der Erkenntnis des Wesens jener Differenz wäre gethan, wenn sicher nachgewiesen werden könnte, wie es Platner für Liparis dispar, v. Erlanger für Asplanchnia periodonta behaupten, dass die weiblichen Eier nur ein „Polkörperchen", die männlichen dagegen zwei solche bilden. Die Polkörperchenbildung ist neuerdings als eine eigenartige Form der Zellteilung des Eies erkannt worden: durch sie entledigt sich die Eizelle gewisser, die Entwickelung offenbar hemmender Teile ihres Zellkörpers und ihres Zellkernes; das männliche Ei enthielte demnach ein Plus derartiger auszuscheidender Bestandteile. Mit dieser Annahme harmonieren auch die neuesten Angaben von Lenssen [1]), der für den Strudelwurm Hydatina angiebt, dass die weiblichen Eier kein Richtungskörperchen bilden, die männlichen dagegen ein einziges. Leider liegen auch anders lautende Angaben in der Litteratur vor; so ist es für Emphytus grossulariae, eine Blattwespe, von Blochmann [2]) nachgewiesen, dass diejenigen von ihren Eiern, die sich parthenogenetisch zu Weibchen entwickeln, ebenso

1) Lenssen, Contribution à l'étude du développement et de la maturation des oeufs chez l'Hydatina senta. Cellule 1898, Tome XIV, p. 421.

2) F. Blochmann, Ueber die Reifung der Eier bei Ameisen und Wespen. Festschrift des Naturw. Medizin. Vereins zu Heidelberg 1886.

zwei Richtungskörperchen ausstossen, wie die männlichen Eier. Somit scheint es sich hier um keine Regel ohne Ausnahme zu handeln.

Parthenogenese.

Wir wenden uns nun einem der interessantesten Kapitel der Zoologie zu. Es giebt eine nicht unbeträchtliche Anzahl von niederen Tieren, namentlich aus dem Kreise der Würmer, Krebse und Insekten, die — obgleich auch Männchen dieser Gattungen existieren — einen Teil ihrer Eier, ohne Hinzuthun der männlichen Keimstoffe, unbefruchtet zu vollkommenen Tieren entwickeln können. Diese Erscheinung, um deren Erkenntnis sich namentlich Siebold in den 50er Jahren verdient gemacht hat, wird als Jungfernzeugung oder Parthenogenese bezeichnet.

Die parthenogene Entwickelung tritt bei einigen Tieren (z. B. bei Bombyxgattungen) ohne jede Gesetzmässigkeit hin und wieder inmitten der aus der Befruchtung hervorgehenden Entwickelungsserien auf (accidentelle Parthenogenese). Häufiger ist jedoch der Fall, dass sie in regelmässigen Cyklen mit der anderen, zweigeschlechtigen Entwickelung abwechselt. Diesen Fall beobachten wir z. B. bei den zur Klasse der Krebse gehörigen kleinen Wasserflöhen oder Daphniden, die nach den Ermittelungen von Weismann[1]) während des Sommers weniger dotterhaltige, von einer dünnen Hülle umgebene Eier legen, die sich parthenogenetisch entwickeln, im Winter dagegen grosse Dauereier, die einen grösseren Dotterreichtum besitzen, durch eine dichtere Hülle geschützt sind und zu ihrer Entwickelung der Befruchtung bedürfen. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Blattläusen (Aphididae) mit dem Unterschiede, dass das Muttertier die parthenogenen Eier nicht ablegt, sondern sie innerhalb ihres Körpers zur Entwickelung bringt. Weitere Beispiele bietet uns die Entwickelung der Rotatorien, die der Reblaus u. s. w.

Es ist von vornherein zu erwarten, dass sich aus dieser Reihe von Erscheinungen auch für das uns beschäftigende Problem

1) A. Weismann, Beiträge zur Naturgeschichte der Daphnoiden. Leipzig 1876—79.

einige Aufklärungen werden gewinnen lassen. Und dem ist in der That so. Die Schlussfolgerungen, die sich hieraus ziehen lassen, decken sich vollkommen mit jenen, zu denen wir durch die Beobachtungen bei Dinophilus gelangt waren. Denn auch die Erscheinungen der Parthenogenese führen zu dem Schlusse, dass das Geschlecht schon in dem unbefruchteten Ei voraus bestimmt sein muss.

Dies ist namentlich ganz sicher der Fall bei den Tieren, wo aus den ohne Befruchtung sich entwickelnden Eiern Männchen und Weibchen hervorgehen können. Dies geschieht bei einer Anzahl von parthenogenetisch sich fortpflanzenden Tieren (Rotatorien, Phyllopoden, Insekten), bei denen durch Generationen hindurch aus den unbefruchteten Eiern Weibchen entstehen, bis dann plötzlich, in der Regel mit Eintritt der kalten Jahreszeit, Männchen zur Ausbildung gelangen. Es ist klar, dass hier die Bestimmung des Geschlechtes ausschliesslich aus dem mütterlichen Organismus heraus bewirkt werden muss, da männliche Keimstoffe bei der Entwickelung der Eier nicht mitwirken, und zieht man dazu noch in Betracht, dass die Entwickelung dieser Tiere mit Ausnahme einiger weniger Formen ausserhalb des mütterlichen Körpers vor sich geht, da die Eier schon vor dem Beginn der Entwickelung abgelegt werden, so kann auch darüber kein Zweifel bestehen, dass das Geschlecht bereits dem unentwickelten Ei innewohnt und sich nicht erst im Laufe der Entwickelung durch irgend welche Einflüsse des mütterlichen Organismus entscheidet.

Bei einer zweiten Gruppe jener Tiere, bei denen Parthenogenese vorkommt, besteht die Eigentümlichkeit, dass aus den mit oder ohne Befruchtung sich entwickelnden Tieren nicht gleichermassen Männchen oder Weibchen entstehen können, sondern dass mit der einen oder anderen Art der Entwickelung auch ein bestimmtes Geschlecht des betreffenden Tieres verbunden ist. So bringt bei den Schmetterlingen Psyche und Solenobia und ebenso bei den niederen Krebsen Apus productus und cancriformis die parthenogene Entwickelung stets weibliche

Tiere hervor, während aus den befruchteten Eiern beide Geschlechter entstehen können. Die umgekehrte Erscheinung beobachten wir bei dem schon erwähnten Strudelwurm Hydatina und bei den Blattläusen: hier können die unbefruchteten Eier beide Geschlechter entwickeln, während die befruchteten Eier immer nur weibliche und niemals männliche Tiere liefern.

Eine dritte Möglichkeit sehen wir bei den Bienen und bei einzelnen Wespengattungen (Pollistes gallica, Nematus ventricosus, Vespa brittanica u. a.) verwirklicht. Hier liegen die Verhältnisse ausserordentlich klar: aus den unbefruchteten Eiern gehen nur Männchen, aus den befruchteten stets nur Weibchen hervor.

Die natürlichste und einleuchtendste Erklärung dieser im einzelnen ziemlich abwechselungsreichen Fälle scheint die zu sein, dass das Geschlecht durch den Eintritt oder das Ausbleiben der Befruchtung entschieden wird. Wäre diese Auffassung richtig, dann würde also das Geschlecht nicht als eine unabänderlich gegebene Eigenschaft des noch unbefruchteten Eies aufzufassen sein, sondern hinge davon ab, ob sich ein Samenfaden mit der Eizelle vereinigt oder nicht. Dies ist in der That die herrschende Ansicht; alle älteren und neueren Autoren bis in die jüngste Zeit herab, die sich mit den Erscheinungen der Parthenogenese befassen und sie zu deuten sich bemühen, bekennen sich zu ihr, so Weismann, Klebs, Maupas, Nussbaum, Korschelt und Heider u. v. a.

Sollte dies wirklich die einzig mögliche Erklärung sein, wie man es nach den diese als selbstverständlich hinstellenden Aeusserungen der genannten Autoren und anderer meinen müsste? Mir scheint es, als ob neben dieser Auffassung noch eine andere Art der Deutung bestehen könnte, die ebensoviel Existenzberechtigung hat, allerdings ebensowenig sicher nachgewiesen werden kann, wie jene. Berücksichtige ich die bisher angeführten Beobachtungen bei Dinophilus und bei den zuerst besprochenen Formen der Parthenogenese, so kann ich nicht umhin, trotz der Stellungnahme der genannten bedeutenden Forscher, jene zweite Anschauung für die wahrscheinlichere zu halten.

Diese Auffassung besteht nun darin, dass das Hinzutreten oder Fernbleiben der befruchtenden Samenfäden nicht die Ursache, sondern die Folge der Geschlechtsdifferenz der Eier ist, deren Geschlechtscharakter von allem Anfange an festgelegt ist. Die Eier der einen Gattung sind derart beschaffen, dass sie sich von selbst nicht entwickeln können, sondern zu ihrer Entwickelung der Einwirkung eines Samenfadens bedürfen, daher sie auch diesem den Zutritt gestatten. Die Eier der anderen Gattung dagegen sind mit derartigen Eigenschaften ausgestattet, dass sie entwickelungsfähig sind auch ohne befruchtet zu werden, ja dass sie vielleicht durch das Eindringen eines Samenfadens um ihre Entwickelungsfähigkeit gebracht würden. Bei diesen Eizellen unterbleibt die Befruchtung, sei es infolge gewisser Schutzvorrichtungen, die das Eindringen des Spermiums verhindern, sei es in Ermangelung jener chemotaktischen Anziehung, die ja zweifellos bei der Befruchtung als wesentlichster Faktor die Annäherung des Spermiums an das Ei und seine Verbindung mit diesem bewirkt.

Eines der interessantesten und bekanntesten Beispiele der Parthenogenese bietet uns die Fortpflanzung der Bienen. Seit den Untersuchungen von Dzierzon (1842), Siebold (1856) und Leuckart (1858) gilt es als allgemein anerkannte Thatsache, dass die Bienenkönigin zwei Gattungen von Eiern legt: befruchtete und unbefruchtete [1]). Sie ist hierzu durch die Eigentümlichkeit der Geschlechtsorgane befähigt, indem bei der stets nur einmal im Leben erfolgenden Begattung das männliche Sperma nicht bis zu den Eiern im Eierstock eindringt, sondern sich in einen besonderen Behälter, das Receptaculum seminis, ergiesst, worin es

1) Die Dzierzon-Siebold'sche Lehre von der Parthenogenese der Bienen ist neuerdings von Dickel heftig angegriffen worden, doch scheinen Dickel's Einwendungen durch Weismann und Paulcke widerlegt. Cfr. F. Dickel, Das Prinzip der Geschlechtsbildung. Darmstadt 1898; A. Weismann, Ueber die Parthenogenese der Bienen. Anatom. Anzeiger 1900, Bd. XVIII, S. 492; W. Paulcke, Zur Frage der parthenogenetischen Entstehung der Drohnen. Anat. Anzeiger 1900, Bd. XVII, S. 474; F. Dickel, Ueber Petrunkewitsch's Untersuchungen an Bieneneiern. Zoolog. Anzeiger 1902, Bd. XXV, S. 120.

sich lange Zeit (bis fünf Jahre) befruchtungsfähig erhält. Es ist dem Belieben der Königin anheimgestellt, ihre Eier aus diesem Vorrat zu befruchten oder nicht. Im ersteren Falle lässt sie beim Austritt des betreffenden Eies durch den Eileiter aus der mit Samenfäden strotzend gefüllten Samentasche die Spermien hervorschwärmen, wovon dann eines das Ei befruchtet. Dieses Ei legt das Tier dann in eine besondere Wabe des Bienenstockes. Aus solchen Eiern entwickeln sich die jungen Bienenköniginnen und die Arbeiterinnen, welch' letztere nichts weiter sind, als Weibchen mit nicht völlig entwickelten Geschlechtsorganen, was aus der von Leuckart (1858) nachgewiesenen Thatsache hervorgeht, dass man sie durch besonders reichliche Ernährung wann immer zu Königinnen heranbilden kann. Im zweiten Falle unterbleibt das Hervortreten der Samenfäden aus dem Receptaculum seminis, da dessen Oeffnung durch einen Ringmuskel geschlossen ist. Solche Eier werden unbefruchtet abgesetzt und zwar wieder in besondere Waben; sie entwickeln sich auf parthenogenetischem Wege zu den Männchen — Drohnen genannt.

Nach der herrschenden Auffassung würde die Sache also hier so liegen, dass allen Eiern von Haus aus ein gemeinsamer männlicher Charakter zukommt; wird das Ei nicht befruchtet, so entwickelt sich demgemäss das Ei zu einem Männchen. Tritt aber Befruchtung ein, so wird der ursprünglich männliche Charakter des Eies durch den Einfluss des Samenfadens zu einem weiblichen umgebildet.

In einem anderen Lichte sieht unsere Auffassung die Verhältnisse. Danach ist der verschiedene Geschlechtscharakter bereits den unbefruchteten Eiern der Eiröhren unabänderlich eingepflanzt. Schon unter diesen giebt es männliche und weibliche Eier. Kommt nun ein weibliches Ei zur Ausscheidung, so verhindert die Königin nicht den Austritt der Samenfäden aus dem Samenbehälter, da das Ei, das eben ausgeschieden wurde, auf Befruchtung eingerichtet ist. Beim Austritt eines Eies der zweiten Gattung hingegen ist durch einen Reflexmechanismus dafür gesorgt, dass sich jener Kreismuskel des Samenbehälters zusammen-

zieht und die Samenfäden von dem Ei fernhält, das der Befruchtung nicht bedarf, ja vielleicht durch den Hinzutritt eines Samenfadens steril gemacht würde.

Ob diese Auffassung schon von anderer Seite ausgesprochen worden ist, ist mir nicht bekannt. Immerhin wäre es möglich, da Weismann, der in seinem im Jahre 1885 erschienenen Aufsatze[1]) diese Erscheinungen in den Kreis seiner Erörterungen zieht, mit dieser Ansicht rechnet und sie ausführlich zu widerlegen bestrebt ist. Weismann's Gegenbeweise scheinen mir aber nicht absolut entscheidend zu sein; er bezieht sich hauptsächlich auf ein Experiment von Bessels[2]), der jungen Bienenköniginnen die Flügel abschnitt, diese dadurch zum Hochzeitsfluge unfähig machte und ihnen somit die Gelegenheit zur Paarung benahm: die Eier nun, die solche Tiere legten, entwickelten sich alle zu Drohnen. Ich suche vergebens in dem Ergebnis dieses Versuches und auch in dem Gedankengang, den Weismann hieran knüpft, den zwingenden Beweis dafür, dass die ersten sich zu männlichen Tieren entwickelnden Eier der verstümmelten Königin wirklich dieselben Eiexemplare mit demselben Inhalte sind, die im Falle einer Befruchtung weibliche Tiere geliefert hätten. Meiner Ansicht nach besteht keine Schwierigkeit, anzunehmen, dass in allen Fällen, wo die Samentasche der Königin der zur Befruchtung tauglichen lebenskräftigen Samenfäden entbehrt, sei es, dass die Paarung mit dem männlichen Tiere unterblieben ist, sei es, dass die im Receptaculum aufgespeicherten Samenfäden durch hohes Alter der Königin oder aus anderen Gründen[3]) abgestorben oder zur Befruchtung unfähig geworden sind, es gar nicht zur Bildung weib-

---

1) A. Weismann, Die Kontinuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung (1885). Aufsätze über Vererbung und verwandte biologische Fragen. Jena 1892. S. 285.

2) E. Bessels, Die Landois'sche Theorie widerlegt durch das Experiment. Zeitschrift f. wissenschaftliche Zoologie 1868, Bd. XVIII, S. 124.

3) So z. B. durch Kälteeinwirkung, wie in dem bekannten Experiment von v. Berlepsch, der die Königin in eine Eisgrube gab und sie dadurch infolge Absterbens der Spermien drohnenbrütig machte.

licher Eier kommt, oder zumindest, wenn solche auch angelegt sind, nicht zu deren vollkommener Ausreifung und Ausscheidung.

Pflüg Unters ungen Frösche

Begründen die biologischen Untersuchungen in der niederen Tierwelt die von uns vertretene Auffassung, so erfährt diese durch die Beobachtungen, die bei höheren Tieren angestellt wurden, eine entschiedene Kräftigung. Die Bezeichnung des Objektes der hier zuerst zu besprechenden Beobachtungen — des Frosches — als „höheres" Tier mag vielleicht manchem ein Lächeln entlocken und doch hat er auf diese Bezeichnung als Wirbeltier vollwertigen Anspruch und verdient unsere Wertschätzung auch durch die hervorragende Rolle, die er für die physiologische Forschung als „Märtyrer der Wissenschaft" spielt. Diesem seinen — ich möchte fast sagen — Berufe wird er auch auf dem uns beschäftigenden Gebiete, der Frage der Geschlechtsbestimmung nicht untreu. Denn unter den Forschungen, die zur Lösung des Problems der Geschlechtsbestimmung unternommen wurden, nehmen die von dem berühmten Bonner Physiologen Pflüger an Fröschen angestellten Versuche eine hervorragende Stellung ein. Schon vor ihm hatte der vor einigen Jahren verstorbene ausgezeichnete Breslauer Embryologe Born[1]) Frösche zu derartigen Experimenten benutzt. Seine Forschungen waren jedoch nicht vom Glück begünstigt, da sich die Schlussfolgerungen, zu denen sie führten, durch spätere Kontrolluntersuchungen von anderer Seite als irrtümlich herausstellten. Born ging von der Voraussetzung aus, dass eine der Ursachen des Geschlechtes in der Qualität des befruchtenden Spermas zu suchen sei, namentlich schien ihm der Gedanke naheliegend, dass die konzentriertere oder dünnere Beschaffenheit des Samens von bestimmendem Einfluss auf das Geschlecht der dadurch erzeugten Brut sei. Die Anregung dazu entnahm Born wohl dem bekannten populären Werke des Leipziger Arztes Bock „Das Buch vom gesunden und kranken Menschen", worin für die menschliche Fortpflanzung

1) G. Born, Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung der Geschlechtsunterschiede. Breslauer ärztliche Zeitschrift 1881, Nr. 3.

eine ähnliche Ansicht geäussert wird. Heutzutage würde wohl kein mit den Verhältnissen vertrauter Forscher eine derartige Annahme aufzustellen versuchen; haben uns doch die bewunderungswürdigen Untersuchungen, die in den letzten Jahrzehnten über die feineren cellulären Vorgänge bei der Befruchtung angestellt wurden, darüber belehrt, dass die Befruchtung des Eies stets nur das Werk eines einzigen Samenfadens ist, einerlei, ob die betreffende Samenflüssigkeit Millionen oder nur einige wenige Samenfäden enthält. Die Verdünnung des Samens durch eine indifferente Flüssigkeit kann bei dieser Sachlage unmöglich auf den Vorgang der Befruchtung einwirken, da ja hierdurch nur die relative Anzahl der Spermien beeinflusst wird, was ja für die Befruchtung gänzlich gleichgültig sein muss.

Es giebt nichts Leichteres, als die Eier des Frosches künstlich zu befruchten, ein Verfahren, das bereits im 18. Jahrhundert von dem berühmten italienischen Naturforscher Spallanzani[1]) mit Erfolg geübt wurde. Man hat dazu bloss dem weiblichen Tiere reife Eier zu entnehmen und sie in einer Schale, bei Zusatz von etwas Wasser, mit dem Sperma des Froschmännchens oder mit etwas zerdrückter Hodensubstanz zu vermengen: schon nach kurzer Zeit wird man alle Eier befruchtet finden. Diese entwickeln sich im Aquarium bei entsprechender Pflege ebenso zu Kaulquappen und schliesslich zu reifen Tieren, wie die unter natürlichen Bedingungen befruchteten und in der freien Natur sich entwickelnden Eier. Es müsste sich also die von Born aufgeworfene Ansicht durch entsprechende Experimente unschwer prüfen lassen. Born's Befunde schienen dafür zu sprechen, dass der Konzentrationszustand des Samens von massgebendem Einfluss auf das Geschlecht ist, namentlich nach der Richtung hin, dass ein Samen, in dem die Samenfäden zum Wassergehalte in einem ungünstigen Verhältnisse stehen, die Erzeugung männlicher Frösche begünstige. Nebenbei gesagt, setzte sich Born mit letzterer Annahme in Widerspruch mit Bock, der gerade dem eingedickten, längere

1) L. Spallanzani, Versuche über die Ernährung der Tiere und Pflanzen. Deutsch von Michaelis. Leipzig 1786.

Zeit in den Samenbläschen aufbewahrten Samen die besondere Fähigkeit der Knabenerzeugung zusprach.

Pflüger[1]) wiederholte nun mit Beihilfe zweier Schüler die Experimente Born's. Diese Ueberprüfungen führten zu einem Ergebnisse, dass demjenigen Born's schnurstracks widersprach. Es zeigte sich, dass die Verdünnung des Samens vollständig unwirksam auf das Geschlecht der damit erzeugten Kaulquappen ist; die Frösche, die aus der Befruchtung mit einem solchen Samen hervorgegangen waren, liessen genau dasselbe Geschlechtsverhältnis erkennen, wie die mit dem unverdünnten Samen erzeugten. Es kann somit nicht zweifelhaft sein, dass Born bei seinen Untersuchungen durch irgend eine Fehlerquelle in Irrtum geführt wurde.

Ungleich wichtiger und von bedeutend höherem Interesse, als die eben erwähnte Kontrolluntersuchung, ist eine zweite Untersuchungsreihe Pflüger's[2]), die sich nicht ausschliesslich in einer Kritik erschöpfte, sondern zu positiven Resultaten über die Ursachen der Geschlechtsbildung führte. Pflüger hatte für seine Untersuchungen Frösche aus Bonn, Utrecht und Königsberg bezogen; die Frösche wurden in Bonn künstlich befruchtet und die erzielte Brut in besonderen Aquarien grossgezogen. Das Geschlecht der Froschlarven wurde durch sehr sorgfältige mikroskopische Untersuchungen festgestellt, so dass von vornherein der Irrtum, der offenbar in Born's Untersuchungen so verhängnisvoll eingewirkt hatte, vollkommen ausgeschlossen blieb. Es ergab sich nun, dass die Geschlechtsverhältnisse der Frösche verschiedener Herkunft einen bedeutenden Unterschied aufwiesen. Nun zog Pflüger an Ort und Stelle Erkundigungen ein, wie sich das Geschlechtsverhältnis der Frösche an den Bezugsorten in der freien Natur stellt; das Ergebnis war eine merkwürdige

---

1) A. v. Griesheim, W. Kochs und E. Pflüger, Beiträge zur Physiologie der Zeugung. Archiv für die gesamte Physiologie 1881, Bd. XXVI, S. 237. — E. Pflüger, Hat die Konzentration des Samens einen Einfluss auf das Geschlecht? Daselbst, 1882, Bd. XXIX, S. 1.

2) E. Pflüger, Ueber die das Geschlecht bestimmenden Ursachen und die Geschlechtsverhältnisse der Frösche. Archiv f. d. gesamte Physiol. 1882, Bd. XXIX, S. 13.

Uebereinstimmung mit den im Aquarium beobachteten Verhältnissen, wie dies aus nachfolgender Zahlenreihe hervorgeht.

Bezugsort	Verhältniszahl im Freien	Verhältniszahl bei künstlicher Zucht
Utrecht	13,2 : 100	18,1 : 100
Bonn	36,6 : 100	35,7 : 100
Königsberg	46,7 : 100	48,5 : 100

Hieraus folgert Pflüger, dass die künstliche Befruchtung mit all' ihren abnormen Einwirkungen und ebenso die Verschiedenheit der Entwickelungsbedingungen im Aquarium im Vergleich zu denen bei der Entwickelung im Freien ganz ohne Einfluss auf das relative Verhältnis der beiden Geschlechter dieser Tiere blieb. Dass namentlich die Ernährung nicht als massgebender Faktor der Geschlechtsdifferenzierung in Betracht kommen kann, bewies Pflüger an den Fröschen, die den aus Utrecht bezogenen Eiern entstammten: diese waren auffallend unentwickelt, ja geradezu verkümmert, standen also offenbar während ihrer Entwickelung unter sehr ungünstigen Ernährungsbedingungen — trotzdem kam das Geschlechtsverhältnis bei ihnen auffallend demjenigen nahe, das die im Freien lebenden, kräftigen, von Säften strotzenden Utrechter Frösche aufwiesen. Das Geschlecht dieser Tiere war also schon bestimmt, ehe die Eier nach Bonn kamen und dort befruchtet wurden. Pflüger kommt aus diesen Untersuchungen zu dem Schlusse, dass das Geschlecht unbedingt schon in dem unbefruchteten Ei des Frosches eine vollendete Thatsache ist.

Fast möchten wir bedauern, dass Pflüger seine Ermittelungen nicht noch durch einen einfachen, jedenfalls leicht zu bewerkstelligenden Versuch ergänzt hat, wodurch die von ihm vertretene Anschauung wahrscheinlich eine Kräftigung erfahren hätte. Das Geschlechtsverhältnis der Utrechter Frösche betrug, wie wir sahen, 13,2, das der Königsberger 46,7. Es wäre nun von hohem Interesse gewesen, eine grössere Anzahl von Utrechter Eiern mit dem Samen von Königsberger Fröschen zu befruchten und dann festzustellen, wie sich bei einer derartigen Kombination

das Geschlechtsverhältnis der Brut stellt. Offenbar hätte sich eine Zahl ergeben, die von der Verhältniszahl 13,2 gar nicht oder nur wenig abgewichen wäre — ein Ergebnis, das an sich schon den überzeugenden Nachweis erbracht hätte, dass den Samenfäden in der Bestimmung des Geschlechtes keine entscheidende Rolle zukommt.

Somit führen uns die Ergebnisse der Untersuchungen Pflüger's zu dem gleichen Resultat, das wir bei den wirbellosen Tieren gefunden haben.

Beobachtungen an menschlichen Zwillingen.

Wenden wir uns der Entwickelungsgeschichte des Menschen zu, so tritt uns auch hier eine Thatsache entgegen, die sich für unser Problem verwerten lässt. Auch diese Thatsache reiht sich der Kette von Beweisen an, die wir für die Richtigkeit der Anschauung, die den Ausgangspunkt unserer Untersuchung bildet, anführten. Namentlich sind es die Verhältnisse bei den Zwillingsgeburten, die zu denselben Schlussfolgerungen führen. Es giebt zwei Gattungen von Zwillingen, die in ihrer Entstehungsursache voneinander grundverschieden sind: die zwei- und eineiigen Zwillinge. Zweieiige nennt man diejenigen, die sich in der Gebärmutter von getrennten Embryonalhüllen (Chorion, Amnion) umschlossen entwickeln; nur die der mütterlichen Schleimhaut entstammende hinfällige Haut (Decidua capsularis) kann gemeinsam sein, wenn die Eier nahe aneinander gerückt sind. Solche Eier entstehen dadurch, dass statt einer einzigen Eizelle zu gleicher Zeit zwei Eizellen zur Reifung kommen, befruchtet werden und sich an der Gebärmutterschleimhaut festsetzen. Nach der Anschauung mehrerer Autoren (Hellin[1]), Patellani[2]), Bumm[3])) soll es sich hier um einen Fall von Atavismus handeln, d. h. um einen Rückschlag in die Zustände bei den Vorfahren des Menschen-

1) D. Hellin, Die Ursachen der Zwillingsschwangerschaft. Centralblatt für Gynäkologie 1894, S. 1060.

2) S. Patellani, Die mehrfache Schwangerschaft etc. Zeitschrift f. Geburtshilfe u. Gynäkologie 1896, Bd. XXXV, S. 373.

3) E. Bumm, Grundriss zum Studium der Geburtshilfe. Wiesbaden 1902. S. 279.

geschlechtes. Die eineiigen oder homologen Zwillinge dagegen, die übrigens bedeutend seltener sind als die erstgenannten (sie bilden nach Veit[1]) 25 % sämtlicher Zwillinge), verdanken ihre Entstehung einem ganz anderen Umstand. Sie sind bei ihrer Entwickelung stets von einer gemeinsamen Chorionblase umgeben, woraus man auf Grund der Kenntnis der Entstehungsweise dieser Fruchthülle sicher folgern kann, dass sie aus einer einzigen befruchteten Eizelle hervorgehen. Ihre Entstehung wird seit Kölliker[2]) allgemein damit erklärt, dass an dem Ei, das nach Abschluss der Furchung zu einer aus vielen Zellen zusammengesetzten, in ihrem Inneren mit einer Flüssigkeit ausgefüllten Blase, der Keimblase, geworden ist, aus unbekannten Gründen statt einer einzigen Embryonalanlage sich deren zwei, bei Drillingen drei nebeneinander bilden. Zu dieser Ansicht bekennt sich auch der Embryologe Sobotta, der in einem kürzlich veröffentlichten, die Doppelbildungen behandelnden Aufsatz[3]) diese Frage von allen Seiten beleuchtet. Die geschilderte Erklärung hat eine Stütze erhalten in einer Beobachtung von Asheton[4]), der in einem Falle als Abnormität an der Keimblase des Schafes zwei völlig getrennte Embryonalanlagen wahrnahm. Die Entstehung der Abnormität ist nach Sobotta's Dafürhalten wahrscheinlich in die späteren Stadien der Furchung oder in den Zeitpunkt zu verlegen, der zwischen Furchung und Primitivstreifenbildung fällt. Das Vorkommen derartiger eineiiger Zwillinge kann natürlich nicht mehr als atavistische Erscheinung gedacht werden, da es nirgends im Tierreiche unter normalen Umständen vorkommt, dass sich ein und dasselbe Ei zu zwei Wesen gestalte. Nur beim Einwirken unregelmässiger Entwickelungsbedingungen, wie sie bei Experimenten auch künst-

1) J. Veit, Lehrbuch der Geburtshülfe, 5. Aufl. Bonn 1902. S. 225.

2) A. Kölliker, Entwickelungsgeschichte des Menschen, 2. Aufl., 1879.

3) J. Sobotta, Neuere Anschauungen über die Entstehung der Doppel(miss)bildungen. Würzburger Abhandlungen 1901, Bd. I, Heft 4.

4) R. Asheton, An account of a blastodermie vesicle of the sheep on the seventh day with twin germinal areas. Journ. of Anatomy and Physiology 1898, Vol. XXXII, S. 362.

lich geschaffen werden können, sehen wir diesen Fall eintreten. Wir haben es also bei den eineiigen Zwillingen vielmehr mit einer wahren Abnormität zu thun, und zwar mit einer Missbildung, die in eine Kategorie mit den verschiedenen Formen vollkommener oder unvollkommener Doppelbildung gehört, wie es z. B. die Fälle von Foetus parasiticus oder der am Brustbein oder Steissbein verwachsenen Zwillinge (thoracopagi, pygopagi etc.) sind. Sie bilden das Endglied in der mannigfaltigen Reihe der Doppelmissbildungen und schliessen sich unmittelbar an jene Formen an, wo die beiden Zwillinge nur durch eine Hautbrücke miteinander verbunden sind. Derartige „siamesische" Zwillinge sind in den letzten Jahrzehnten verschiedentlich auf operativem Wege voneinander getrennt worden[1]); nach der Trennung stellen sich derartige Zwillinge als nichts anderes dar, als solche selbstständige eineiige Zwillinge, wie sie in 25 % der Zwillingsgeburten und 0,28 % sämtlicher Geburten vorkommen[2]).

Für unsere Frage ist nun die Thatsache von hoher Bedeutung, dass solche eineiige Zwillinge, die, nebenbei gesagt, sich stets in ihren körperlichen Eigenschaften, und oft auch in ihrer geistigen Veranlagung[3]) auffallend ähneln, immer gleichen Geschlechtes sind. Man kennt keine Ausnahme von dieser Regel; besassen die Zwillinge ein gemeinsames Chorion, so sind sie stets entweder beide Knaben oder beide Mädchen. Bei den zweieiigen Zwillingen ist dagegen diese Beschränkung nicht vorhanden, sie können dem gleichen oder verschiedenem Geschlechte angehören; sie unterliegen dem allgemein gültigen Geschlechtsverhältnisse.

---

1) Operationen dieser Art sind z. B. von König 1865, von Boetum 1866, von Chapot-Prévost 1900 und von Doyen 1902 ausgeführt worden. Stets handelte es sich um Fälle, wo durch die lebensgefährliche Erkrankung des einen der Zwillinge ohne die Trennung der Tod des anderen herbeigeführt worden wäre.

2) Die Häufigkeit der Zwillingsgeburten beträgt nach den neuesten umfassenden Ermittelungen Guzzoni's 1 auf 87 einfache Geburten. Guzzoni degli Ancarani, Contributo alla statistica del parto multiplo. Atti della soc. ital. di ostetr. e ginec. 1900, Vol. VI.

3) Die Eineiigkeit der Zwillinge lässt sich aus der Beschaffenheit der „Nachgeburt" in jedem Falle feststellen.

Auch besteht zwischen ihnen nicht mehr Aehnlichkeit, als zwischen Geschwistern im allgemeinen.

Hier liegt jedenfalls eine sehr auffallende und interessante Thatsache vor. Weshalb müssen die Zwillinge, die aus der gleichen Eizelle hervorgehen, stets gleichgeschlechtig sein? Die Erklärung hierfür ist im ersten Augenblicke gegeben: die Uebereinstimmung ihres Geschlechtes ist dadurch bedingt, dass sie Abkömmlinge einer und derselben Eizelle und damit auch Teilhaber ihres Geschlechtscharakters sind. Eine nähere Ueberlegung ergiebt freilich, dass sich die Beweiskraft dieser Erklärung nur so weit erstreckt, dass das Geschlecht der bereits befruchteten Eizelle unabänderlich innewohnt; die Möglichkeit ist dabei immer noch nicht ausgeschlossen, dass die Geschlechtsbestimmung der ursprünglich geschlechtslosen Eizelle durch die Einwirkung des Samenfadens herbeigeführt wird und dass der Umstand, dass die eineiigen Zwillinge stets gleichen Geschlechtes sind, eben darin seine Erklärung findet, dass sie ihre Entstehung der Wirkung desselben Samenfadens verdanken. Berücksichtigen wir aber all' das, was in den vorhergehenden Auseinandersetzungen dargelegt worden ist — die Befunde bei Dinophilus, die Beobachtungen bei der Parthenogenese und die Pflüger'schen Untersuchungen an Fröschen — so kann uns eine derartige Rolle des Samenfadens bei der Befruchtung wenig wahrscheinlich dünken; sehen wir aber von einer derartigen Wirksamkeit des Spermiums ab, so wird die Eingeschlechtigkeit der eineiigen Zwillinge zu einem überzeugenden Beweis des Satzes, dass auch bei dem menschlichen Geschlechte die Ursache der Knaben- und Mädchengeburten einzig und allein darin gelegen ist, dass der weibliche Eierstock zwei Gattungen von Eiern enthält: männliche und weibliche.

„Geschlechtsdifferenzierung" des Embryo.

Eines geht zweifellos aus diesen Erfahrungen hervor: die Thatsache, dass das Geschlecht des Embryos sicher unmittelbar nach erfolgter Befruchtung bereits ein für allemal festgestellt ist. Dies besonders hervorzuheben, erscheint deshalb von Bedeu-

tung, weil wir sowohl in populären Schriften, wie auch in wissenschaftlichen Abhandlungen, namentlich in Entwickelungsgeschichten, ausserordentlich häufig auf Behauptungen stossen, die mit dieser Thatsache in Widerspruch stehen. Eine derartige Behauptung ist die, dass der menschliche Embryo in der ersten Zeit seines Embryonallebens geschlechtlich nicht differenziert sei, d. h. dass es für ihn noch nicht entschieden sei, ob er sich zu einem männlichen oder weiblichen Individuum entwickeln werde und dass sich das Geschlecht erst später aus diesem indifferenten Zustande herausbilde. Nach Ploss[1]) haben wir es hier mit einer sehr alten Lehre zu thun, da schon Vindicianus, der um 379 n. Chr. lebte, behauptete, dass das Geschlecht des Embryos erst im vierten Monate der Schwangerschaft zur Ausbildung komme. Einzelne Autoren verlegen diese „Differenzierung des Geschlechtes" in eine verhältnismässig späte Zeit, nämlich in den dritten Monat der Schwangerschaft.

Eine zweite, von dieser wesentlich abweichende Anschauung bezeichnet den menschlichen Embryo auf der ersten Stufe seiner Entwickelung als hermaphroditisch, d. h. die Anlagen beider Geschlechter in sich vereinigend, aus welchem Zustande sich das endgültige Geschlecht in der Weise entwickeln soll, dass die Organe des einen Geschlechtes über die des anderen den Sieg davontragen und das Feld behaupten.

Beide Behauptungen sind meiner Ansicht nach unhaltbar; zum mindesten tragen sie den Charakter äusserst gewagter, einer jeden Wahrscheinlichkeit barer Hypothesen an sich. Suchen wir nach den Thatsachen aus dem Kreise der Embryologie, die uns die Entstehung solcher Ansichten, ihr Festhalten selbst in ernsten wissenschaftlichen Werken verständlich machen könnten, so finden wir für die erste dieser Hypothesen — dass nämlich der Embryo im Beginn seiner Entwickelung eines bestimmten Gechlechtes entbehre — einfach den Thatbestand, dass es in der Embryonalentwickelung, der menschlichen sowohl als der tierischen, ein

---

1) Ploss-Bartels, Das Weib. 4. verm. Aufl., 1895, Bd. I, S. 573.

Anfangsstadium giebt, während dessen das Geschlecht selbst bei der genauesten mikroskopischen Untersuchung nicht festgestellt werden kann. Dieses Stadium umfasst allerdings nicht nur die Anfangsstufen des Embryonallebens, wo die ersten Anlagen der Geschlechtswerkzeuge überhaupt noch nicht aufgetreten sind, sondern reicht auch in Stadien hinein, in denen die ersten Spuren der Geschlechtsorgane in den mikroskopischen Durchschnitten bereits nachzuweisen sind. Es ist also richtig, dass es in der Entwickelung des Geschlechtsapparates ein Anfangsstadium giebt, während dessen es sich unserer Wahrnehmung entzieht, ob wir es mit einem männlichen oder weiblichen Organe zu thun haben. Ich möchte es aber mit aller Entschiedenheit bestreiten, dass diese eine Thatsache genügt, um die Behauptung zu begründen, dass der Embryo während dieser Epoche thatsächlich geschlechtlos sei und dass es sich die Natur gewissermassen noch vorbehalten habe, ihm erst später ein Geschlecht zu geben.

Es scheint mir nicht überflüssig und für unsere Frage nicht ohne Interesse zu sein, auf die Entwickelung der Geschlechtsorgane speziell beim Menschen bei diesem Anlasse etwas näher einzugehen.

Entwickelung der Geschlechtsorgane.

Der Organkomplex, den wir mit dem Namen Geschlechtsapparat bezeichnen, umfasst eine Reihe verschiedenartiger Organe; demgemäss sind auch die Anlagen, aus denen sich diese entwickeln, verschieden. Im allgemeinen lassen sich die Embryonalanlagen, woraus die Geschlechtswerkzeuge hervorgehen, in drei Gruppen zerlegen.

Den wesentlichsten Teil bilden die Anlagen der Geschlechtsdrüsen, aus denen sich beim Manne die Hoden, beim Weibe die Eierstöcke herausbilden. Sie entwickeln sich in den ersten Bildungsstufen bei beiden Geschlechtern in ganz übereinstimmender Weise: bei beiden sehen wir ihre erste Andeutung in Form eines senkrechten leistenartigen Vorsprungs an der hinteren Wand der Bauchhöhle, zu beiden Seiten der senkrecht verlaufenden Ansatzlinien des Darmgekröses auf dem diesem zugewandten Abhang der sogenannten Urniere oder des Wolff'schen Körpers.

Die leistenförmigen Wülste nehmen bald an Umfang zu und ragen mehr und mehr gegen die Bauchhöhle hervor; zugleich nehmen sie eine Eiform an. Aeusserlich, mit der Lupe betrachtet, lässt sich an dieser Drüse nicht feststellen, ob der Vorläufer eines Hodens oder eines Eierstockes vorliegt, und das gleiche trifft auch zunächst bei der mikroskopischen Untersuchung des inneren Baues dieser Anlagen zu. Bei beiden erkennen wir anfangs die gleiche innere Beschaffenheit; die Anlage besteht aus zwei Bestandteilen: einer Wucherung des die Körperhöhle auskleidenden „Coelomepithels" und darunter aus einer Ansammlung embryonalen Bindegewebes. In dem verdickten Coelomepithel der Keimdrüsenanlage zeichnen sich schon frühzeitig einzelne Zellen durch besonderen Umfang, rundliche Form und helle Beschaffenheit aus [1]). Diese als „Keimzellen" bezeichneten Elemente sind von besonderer Wichtigkeit, denn so weit wir heute die Verhältnisse beurteilen können, gehen aus ihnen die wichtigsten Elemente der späteren Keimdrüse hervor: beim Hoden die samenbildenden Zellen, beim Eierstock die Eizellen. Einstweilen sieht man ihnen aber noch nicht an, ob sie zu der einen oder anderen Zellkategorie zu werden bestimmt sind, wie denn überhaupt das mikroskopische Bild der Keimdrüsenanlage auf dieser Stufe bei allen untersuchten Embryonen, von denen sich naturgemäss ein Teil zu männlichen, ein Teil zu weiblichen Individuen entwickelt haben würde, der gleiche ist. Dieses sogenannte indifferente Stadium währt aber nur eine kurze Zeit. Nagel [2]), einer der genauesten Kenner der Verhältnisse beim menschlichen Embryo, wies nach, dass das Geschlecht der Keimdrüse schon bei 12 bis 13 mm langen, also etwa fünf Wochen alten Embryonen einer

---

1) In viel ausgesprochenerem Masse, als bei dem Menschen und bei den Säugetieren, begegnen wir diesen Keimzellen in dem Epithel der Keimdrüse der übrigen Wirbeltiere, namentlich der Fische. Nach neueren Erfahrungen, die sich auf viele Klassen des Tierreiches beziehen, besteht Grund zu der Annahme, dass diese Zellen nicht an Ort und Stelle aus dem Keimepithel entstehen, sondern, schon in einem viel früheren Stadium entwickelt, erst sekundär in jenes Epithel aufgenommen werden.

2) W. Nagel, Ueber die Entwickelung des Urogenitalsystems des Menschen. Archiv f. mikrosk. Anatomie 1889, Bd. XXXIV, S. 269.

sehr genauen Untersuchung erkennbar ist, und zwar teils auf Grund des verschiedenen Verhaltens der genannten grossen Keimzellen, teils auf Grund anderer Kennzeichen. Denn auf der Geschlechtsleiste, die sich zum Eierstock entwickelt haben würde, sind diese Zellen auffallend zahlreich; ferner ist charakteristisch, dass das verdickte Coelomepithel, das „Keimepithel", wie es auch genannt wird, die bindegewebige Unterlage in Form einer breiten, aus mehreren Zellreihen bestehenden kompakten Schichte überzieht. Bei der Keimdrüse dagegen, woraus ein Hoden geworden wäre, erscheinen einerseits die grossen Keimzellen weniger zahlreich, andererseits findet man, dass in jener aus der Wucherung des Keimepithels hervorgegangenen Rindenschichte die Zellen sich nicht, wie bei der weiblichen Keimdrüse, in dichter Anordnung aneinander reihen, sondern mehr die Neigung haben, netzförmige Gruppen zu bilden. Etwas später, beim 18 bis 20 mm langen, dem zweiten Monate der Schwangerschaft angehörigen Embryo, ist der Unterschied bereits leicht festzustellen; der Hoden ist leicht kenntlich durch den netzartigen inneren Bau und durch eine Bindegewebslage, die sich auf der Oberfläche dicht unter dem schmalgewordenen Keimepithel entwickelt hat und in der man die erste Anlage der späteren bindegewebigen Hülle des Hodens (Tunica albuginea testis) erkennt. Hierdurch ist der Hoden unschwer zu unterscheiden von dem Eierstock, in dessen Innerem die Epithelzellgruppen nicht so sehr netzförmig als vielmehr in der Form von selbstständigen Strängen angeordnet sind und auf dessen Oberfläche jene Bindegewebslage fehlt, daher jene Stränge in direktem Zusammenhange mit dem noch immer ansehnlichen Keimepithel stehen.

Ziehen wir aus diesen Beobachtungen die Konsequenzen, so ist vor allem festzustellen, dass in der Behauptung, dass das Geschlecht erst im Laufe des dritten Monats zur Wahrnehmung komme, eine starke Uebertreibung liegt. Wir sahen, dass es sich bereits im Anfang des zweiten Monats durch bestimmte morphologische Kennzeichen äussert. Giebt es aber auch ein kurzes Stadium, während dessen sich ein zukünftiger Eierstock von einem

zukünftigen Hoden nicht unterscheiden lässt, so folgt daraus noch lange nicht, dass der Embryo während dieser Periode thatsächlich auch so ist, wie er scheint, nämlich geschlechtlich nicht differenziert. Es liegt in dieser Annahme eine gewisse Ueberschätzung unserer Fähigkeiten und der Schärfe unserer Forschungsmittel, indem die Möglichkeit einfach ignoriert wird, dass die Geschlechtsbestimmung in der einen oder anderen Richtung vielleicht schon längst vollzogen ist, wenn sich die Kennzeichen des Geschlechtes so weit häufen und so auffällig werden, dass sie den verhältnismässig noch immer groben Untersuchungsmethoden des Forschers zugänglich werden. Zu welchen absurden Schlussfolgerungen ein ähnlicher Gedankengang führen könnte, mag folgendes Beispiel illustrieren. Es ist bekannt, dass sich Embryonen nahe verwandter Tiere, wie solche von Hund und Katze, Mensch und Affe, bis zu einem gewissen Zeitpunkt der Entwickelung so gleichen können, dass man sie weder äusserlich, noch durch mikroskopische Untersuchung ihres inneren Baues voneinander unterscheiden kann[1]). Nun müsste man hier auf Grund eines analogen Gedankenganges annehmen, es sei für diese Embryonen noch unentschieden, ob aus ihnen Hund oder Katze, Mensch oder Affe werden soll und dass diese Entscheidung erst von jenem Augenblick an als vollzogen betrachtet werden kann, wenn der Untersucher die charakteristischen Kennzeichen des einen oder anderen Tieres an ihnen wahrzunehmen vermag. Dass sich in der ersten Anlage der Keimdrüse der Geschlechtscharakter durch eine bestimmte Gestaltung nicht äussert, findet wohl darin am einfachsten seine Erklärung, dass Hoden und Eierstock, die ja auch im entwickelten Zustande in mancher Hinsicht eine Aehnlichkeit erkennen lassen, in den ersten Stadien ihrer Entwickelung durch gleiche Formen hindurchgehen. Mögen auch die Keimdrüsen

1) Man vergleiche z. B. die Abbildung eines Hylobatesembryos bei Keibel (Die Entwickelung der äusseren Körperform der Wirbeltierembryonen in O. Hertwig, Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwickelungslehre der Wirbeltiere, Jena 1901, S. 135) mit derjenigen eines menschlichen Embryos derselben Entwickelungsstufe bei W. His (Anatomie menschlicher Embryonen, Leipzig 1885, Taf. X, Fig. 24).

zweier Embryonen, woraus Knabe und Mädchen hervorzugehen haben, auf einer bestimmten Stufe morphologisch nicht unterscheidbar sein, sie sind dennoch unbedingt grundverschieden voneinander, denn der einen Keimdrüse ist von allem Anfang an die Tendenz eingepflanzt, sich in der Folge zu einem Hoden, der anderen aber, sich zu einem Eierstock zu entwickeln.

Der zweite Teil der Embryonalanlage der Geschlechtsorgane begreift jene Gebilde in sich, aus denen die zur Ableitung der Keimstoffe dienenden Gänge (beim Manne Nebenhoden und Samenleiter, beim Weibe Eileiter, Gebärmutter und Scheide) hervorgehen. Hier schlägt die Natur scheinbar einen eigenartigen Weg ein. Sie legt — ausser einem drüsenartigen Körper, der Urniere — zwei Paar Kanäle, den Wolff'schen und den Müller'schen Gang an, zwei Längsröhren, die oben in der Gegend der Keimdrüse beginnend, abwärts ziehen, um unten dicht nebeneinander in den Endteil des Darmes zu münden. In der Folge aber, wenn sich das Geschlecht allmählich zu offenbaren beginnt, benutzt sie bloss den einen dieser Gänge als Grundlage der weiteren Entwickelung und lässt den anderen bis auf geringe unbedeutende Reste verschwinden; und zwar bringt sie beim Manne den Wolff'schen Gang zu mächtiger Entwickelung, lässt dagegen den Müller'schen Gang dem Schwunde verfallen, während sie bei dem weiblichen Geschlechte umgekehrt aus dem Müller'schen Gang die endgültigen Ausführwege bildet, den Wolff'schen Gang dagegen der Rückbildung weiht. So scheint also beim Embryo in betreff dieser Gänge anfänglich ein Zustand der Zwitterbildung zu bestehen, denn es sind die Anlagen beider Geschlechtskanäle vorhanden. Und in der That haben wir es hier mit einer sehr verbreiteten Meinung zu thun, die, wenn auch nicht so weit zurückreichend, wie die Behauptung von der anfänglichen Geschlechtslosigkeit des Embryos, immerhin auf eine ziemlich lange Vergangenheit zurückblicken kann: ist sie doch schon von Johannes Müller, dem berühmten ersten Erforscher der Entwickelung der Geschlechtsorgane, aufgestellt worden. Von verschiedener Seite ist dieser embryonale Hermaphroditismus als eine Erscheinung aufgefasst worden, die darauf

hinweist, dass die Vorfahren der Wirbeltiere Hermaphroditen waren, wie es thatsächlich die Manteltiere (Tunicata) sind, die auf Grund ihrer eigenartigen, an die Verhältnisse bei Wirbeltieren erinnernden Entwickelung seit Kowalewsky vielfach in verwandtschaftliche Beziehung zu den Wirbeltieren gebracht werden.

Hierzu wäre zunächst zu bemerken, dass von einem embryonalen Hermaphroditismus nicht die Rede sein kann, sondern höchstens von einem Pseudohermaphroditismus. Denn nach der von Klebs begründeten, heute allgemein angenommenen Nomenklatur wird nur dann von einem wirklichen Hermaphroditismus gesprochen, wenn in einem und demselben Individuum die Keimdrüsen beider Geschlechter, Eierstock und Hoden, vorhanden sind; handelt es sich aber bloss, wie es für den Embryo angenommen wird, um eine zwitterartige Bildung der Geschlechtsgänge oder äusseren Genitalien, so ist der Ausdruck Pseudohermaphroditismus am Platze.

Sind nun die Embryonen bis zu einem gewissen Stadium ihrer Entwickelung wirklich pseudohermaphroditisch? So scheint es, doch möchte ich mich zu der Ansicht bekennen, dass diese Auffassung in Wirklichkeit nicht zutrifft. Es ist nicht leicht, in aller Kürze, ohne grösseren Aufwand vergleichend-anatomischer Ausführungen, meine Ansicht, wie man die Verhältnisse aufzufassen hat, auseinanderzusetzen. Es scheint mir theoretisch nicht zutreffend, dass dem jungen Embryo die Geschlechtsausführungsgänge beider Geschlechter zukommen. Mit Waldeyer, Benda[1]) u. A. halte ich dafür, dass nur der Müller'sche Gang als wirklicher, etwa dem Porus abdominalis der Cyclostomen entsprechender Ausführungsgang der Keimdrüse, als eigentlicher Geschlechtsgang anzusehen ist. Dieser Gang muss in einem primären, bei keinem der jetzt lebenden Wirbeltierformen mehr verwirklichten Zustande die Ableitung der Keimstoffe bei beiden

---

1) C. Benda, Hermaphroditismus und Missbildungen mit Verwischung des Geschlechtscharakters. Ergebnisse der Pathologie und patholog. Anatomie. Wiesbaden 1897. S. 627.

Geschlechtern besorgt haben, denn nur hieraus lässt sich erklären, dass er, abgesehen von gewissen niederen Fischen, bei allen Wirbeltieren in beiden Geschlechtern embryonal zur Anlage kommt. Der andere Gang, der Wolff'sche Gang, ist ursprünglich kein Geschlechtskanal, sondern der Ausführungsgang zweier harnbereitender Drüsen, der Vorniere und der Urniere, wovon die letztere bei Fischen und Amphibien während des ganzen Lebens als funktionierendes, die Harnabsonderung besorgendes Organ des Tieres erhalten bleibt; aber schon bei diesen Tieren begegnen wir dem eigentümlichen Verhalten, dass dieser Harnleiter beim männlichen Geschlechte zeitweilig, während der Brunstzeit, auch die Ausleitung des Samens übernimmt, ohne dabei die Erfüllung seiner eigentlichen Bestimmung, die Harnableitung, zu unterbrechen, so dass dem Müller'schen Gang bloss die Ausleitung des weiblichen Keimstoffes zufällt und er daher bei dem männlichen Geschlechte rudimentär wird. Bei den Amnioten (Reptilien, Vögel, Säugetiere) sehen wir beide embryonale Drüsen, Vorniere und Urniere, bei beiden Geschlechtern samt ihrem gemeinsamen Ausführungsgang, dem Ductus Wolffii, in früheren Stadien der Entwickelung in die Erscheinung treten. Die Vorniere, die hier von vornherein nur in undeutlichen Spuren angelegt ist, schwindet bald; dagegen stellt die Urniere embryonal ein ansehnliches Organ dar, dessen massige Entwickelung bei einzelnen Formen, wie z. B. beim Schweinefötus, darauf hinweist, dass sie zeitweilig echte Drüsenfunktionen ausübt. Doch erfreut sie sich auch hier keiner dauernden Existenz, denn auf einer bestimmten Stufe der Entwickelung tritt bei den genannten Tierklassen ein neues harnabsonderndes Organ, die Niere, samt einem besonderen Ausführungsgang, dem Ureter, auf, und damit verliert die Urniere ihre Funktion und ihre Existenzberechtigung. Nun sollte man meinen, dass sie samt ihrem Ausführungsgange völlig der Rückbildung anheimfällt. Dies trifft auch, abgesehen von geringen, sehr unscheinbaren Resten, für das weibliche Geschlecht zu, nicht aber für das männliche. Denn hier erhält sich ein Teil der Urniere und der gesamte Wolff'sche Gang, und

zwar aus dem Grunde, weil der ursprüngliche Ausführungsgang der Geschlechtsdrüse, der Müller'sche Gang, aus unbekannter Ursache dem Schwunde anheimfällt. So hat nun also ein Teil der Urniere und der Wolff'sche Gang für den verloren gegangenen Geschlechtsgang einzutreten und dessen Funktion zu übernehmen. Und so sehen wir, dass sich der „Geschlechtsteil" der Urniere und ebenso der Wolff'sche Gang beim männlichen Geschlechte sekundär mit dem Hoden in Verbindung setzen und durch tiefgehende Strukturveränderungen zum Aufbau der Ableitungswege der männlichen Geschlechtsdrüse, zur Bildung des Nebenhodens und des Samenleiters, verwendet werden. Bis aber dieser neue Anschluss gefunden, d. h. der Wolff'sche Gang in den Bestand des männlichen Geschlechtsapparates aufgenommen worden ist, ist der Müller'sche Gang bereits der Rückbildung anheimgefallen. Es giebt also beim Embryo nie einen Zustand, in dem beide Geschlechtsgänge gleichzeitig nebeneinander bestehen würden, der demnach den Charakter eines Pseudohermaphroditismus an sich tragen würde. Jenes Stadium, während dessen beide Embryonalkanäle gleichzeitig vorhanden sind, ist als „palingenetische" Wiederholung einer Disposition aufzufassen, bei der eine harnabsondernde Drüse samt dazu gehörigem Harnleiter und eine Keimdrüse mit dem zur Ableitung der Geschlechtsprodukte dienenden Gange vorhanden gewesen sein mag.

Und was schliesslich die Entwickelung der dritten Gruppe der Geschlechtswerkzeuge, der äusseren Genitalien, betrifft, so tritt uns hier insofern eine Uebereinstimmung mit der Entwickelung der Keimdrüse entgegen, als auch hier die ersten Bildungsstufen bei beiden Geschlechtern die gleichen sind. Die männlichen und weiblichen äusseren Organe sind anfangs so völlig gleichartig, dass das Geschlecht selbst bei sorgfältigster äusserer Beobachtung mit der Lupe nicht erkannt werden kann, welches Stadium verhältnismässig lange, nämlich bis zum Ende des dritten Monates, andauert. Geschlechtshöcker, Geschlechtswülste, Geschlechtsfalten, Geschlechtsrinne, alle weisen bei beiden dasselbe Verhalten auf. Erst wenn sich die Geschlechtsrinne beim männ-

lichen Embryo durch Verklebung der sie zwischen sich fassenden Geschlechtsfalten zu einem Kanal, der Pars cavernosa urethrae zu schliessen beginnt, die Geschlechtswülste sich durch Vergrösserung zu einem Hodensack umgestalten u. s. w., wird das Geschlecht auch äusserlich erkennbar, hier durch die genannten positiven Merkmale, beim weiblichen Geschlechte durch deren Mangel. Es ist also zuzugeben, dass die äusseren Genitalien im Sinne einer einfach deskriptiven Ausdrucksweise verhältnismässig lange ein „indifferentes Stadium" aufweisen; doch wäre es hier ebensowenig am Platze, wie bei den anfangs ebenso indifferent scheinenden Geschlechtsdrüsen, hieraus den Rückschluss zu ziehen, dass sie auch in ihrem inneren Wesen wirklich so sind und dass sich erst später, von dem Zeitpunkte an, wo die äusseren Formationen des Geschlechtes sichtbar werden, das Geschlecht durch Zufall oder durch andere Momente entscheidet. Dies erscheint schon dadurch ausgeschlossen, dass die äusseren Geschlechtsorgane auch noch zu einer Zeit in ihrem indifferenten Stadium verharren, da die Keimdrüse längst schon mit ihren typischen Geschlechtsmerkmalen ausgestattet ist, da also auch schon für die äusseren Genitalien die Frage des Geschlechtes bereits entschieden sein muss. Wir haben darin, nebenbei gesagt, den handgreiflichen Beweis, wie wenig berechtigt es ist, aus einem noch indifferenten Aussehen des Geschlechtsapparates auf dessen thatsächlich indifferente Beschaffenheit zu schliessen. Die merkwürdige Denkweise, dass die Geschlechtsanlagen solange wirklich geschlechtslos sind, als sie so aussehen, würde hier konsequenterweise zur Schlussfolgerung führen, dass die Entscheidung des Geschlechtes in besonderen Absätzen für die inneren und die äusseren Geschlechtsorgane erfolgt, für jene früher, für diese später.

Wenn ich hier auf die Entwickelung der Geschlechtsorgane beim Menschen etwas ausführlicher eingegangen bin, so lag der Grund hierfür darin, dass es sich darum handelte, durch Schilderung der thatsächlichen Verhältnisse die Haltlosigkeit sehr allgemein verbreiteter Irrmeinungen nachzuweisen. Die Entwicke-

lung des menschlichen und auch des tierischen Embryos bietet thatsächlich kein einziges Moment, das einen Rückschluss darauf gestattete, dass der Embryo seine Geschlechtsbestimmung erst im Laufe seiner Entwickelung erhält, und das mit der Annahme unvereinbar wäre, dass das Geschlecht bereits im Ei unabänderlich festgelegt ist.

Geschlechtsverhältnisse bei Zwillingen.

Wenn wir nun von diesem Exkurse wieder zu unserem Ausgangspunkte, den Verhältnissen bei den menschlichen Zwillingen zurückkehren, so ist zu wiederholen, dass die angeblich späte Differenzierung des Geschlechtes schon durch jene vorhin geschilderten Beobachtungen bei den ein- und zweieiigen Zwillingen vollkommen ausgeschlossen wird. Es mag hier noch einmal betont werden, dass die Eingeschlechtigkeit der homologen Zwillinge unmöglich durch etwas anderes bedingt sein kann, als dadurch, dass sie aus dem gleichen befruchteten Ei hervorgehen, woraus sich dann von selbst die Schlussfolgerung ergiebt, dass für das befruchtete Ei die Frage seines Geschlechtes bereits gelöst ist. Dem Einwand, dass hierfür auch andere Ursachen verantwortlich gemacht werden können, so vor allem die Thatsache, dass bei eineiigen Zwillingen der Mutterkuchen (Placenta) stets gemeinsam ist, wodurch sie unter den gleichen Ernährungsbedingungen stehen, kann keine Bedeutung zuerkannt werden, denn es kommen, allerdings selten, Fälle vor, wo auch die Placenten zweieiiger, verschiedengeschlechtiger Zwillinge, wenn auch nicht, in Bezug auf die Blutbahnen, ganz verschmolzen, aber immerhin durch Verbindungen der beiderseitigen fötalen Gefässe unvollkommen vereinigt sind. In solchen Fällen stehen die Blutbahnen der beiden verschiedengeschlechtigen Früchte in Verbindung miteinander, es cirkuliert dasselbe Blut in ihren Adern und doch gehören sie einem verschiedenen Geschlechte an. Dass die Ernährungsverhältnisse für das Geschlecht unmöglich ausschlaggebend sein können, geht übrigens auch aus der Thatsache hervor, dass sich Zwillinge, und besonders die eineiigen, in ihrer Entwickelung gegenseitig beeinträchtigen können, indem der eine Zwilling die

Nahrung von seiten der Mutter auf Kosten des anderen an sich reisst, wodurch nicht nur eine Entwickelungshemmung, sondern auch das Absterben des anderen bewirkt werden kann; dies kommt, wie gesagt, besonders bei eineiigen Zwillingen vor, bei denen das Geschlecht trotz dieses verschiedenen Ernährungsbefundes das gleiche ist. Auch folgende Erwägung mag gegen den Einfluss der Ernährung auf das Geschlecht des bereits in der Entwickelung begriffenen Embryos sprechen. Wäre ein solcher Einfluss wirklich vorhanden, so müsste bei Zwillingen und Drillingen überhaupt immer dasjenige Geschlecht vorhanden sein, das durch ungünstige Ernährung bedingt ist. Befinden sich doch diese in der Gebärmutter unter weniger vorteilhaften Bedingungen der Ernährung als Einlinge, was ja einerseits durch ihr meistens unter dem Mittelwerte bleibendes Körpergewicht, andererseits durch den Umstand bewiesen wird, dass Totgeburten unter ihnen zwei- bis dreimal so häufig sind, als bei den Einlingen. Und doch sind über 40 % der Zwillinge beiderlei Geschlechtes und auch die anderen 60 % verteilen sich ungefähr gleichmässig auf Knaben- und Mädchenpaare.

Aeussere Befruchtung.

Hier ist auch auf die bekannte Thatsache zu verweisen, dass bei einer grossen Zahl von wirbellosen und Wirbeltieren die Eier in noch unbefruchtetem Zustand abgelegt werden; erst nachher werden sie durch das Sperma des Männchens befruchtet. In dieser Weise vollzieht sich beispielsweise die Befruchtung bei allen Knochenfischen, mit Ausnahme weniger, zu den Gattungen Embiotoca, Poecilia und Zoarces gehörigen Formen. Forelle und Lachs z. B., die im November oder Dezember laichen, wühlen am Grunde eines Baches im Sande eine flache Grube; das Weibchen lässt die Eier in die Grube fallen, das Männchen be-

---

1) J. Späth, Studien über Zwillinge. Zeitschrift d. Gesellschaft der Wiener Aerzte 1860, S. 228. — Fr. Schatz, Die Gefässverbindungen der Placentarkreisläufe eineiiger Zwillinge, ihre Entwickelung und ihre Folgen. Archiv f. Gynäkologie 1887, Bd. XXIX, S. 419. — Klautsch, Ueber ungleich entwickelte Zwillinge. Inaug.-Diss. Halle 1893.

fruchtet sie und dann bedecken sie die Eier mit Sand [1]). Aehnlich liegt die Sache bei den Fröschen, nur mit dem Unterschied, dass die Eier nicht erst im Wasser, sondern schon im Momente des Austretens aus der Körperhöhle des Weibchens der Befruchtung unterliegen.

Für alle diese Fälle kann natürlich nicht im entferntesten daran gedacht werden, dass die Geschlechtsdifferenzierung erst während der Entwickelung durch einen mütterlichen Einfluss erfolgt; aber auch sonstige geschlechtsbestimmende Einflüsse der äusseren Natur können hier nicht in Betracht kommen. Die Eier müssen, sowie sie befruchtet sind, geschlechtlich bestimmt sein, denn verschiedene Entwickelungsbedingungen, Differenzen in der Ernährung und der sie umgebenden Temperatur u. s. w. sind hier vollkommen ausgeschlossen, um so mehr, als bei vielen Tieren die Eier in zusammenhängender Masse abgelegt werden und auch in diesem Zustand ihre Entwickelung vollziehen. So bilden beispielsweise bei den Fröschen die Eier einen grossen Klumpen, indem sie durch eine durchsichtige Masse von gallertartiger Substanz zusammengehalten sind. In diesem Klumpen, der als Laich auf der Oberfläche des Wassers schwimmt, entwickeln sich nun alle Eier unter genau denselben Einflüssen der Aussenwelt, bis sich die kleinen Larven, die schon im Besitz von Geschlechtsanlagen sind, durch ihre Bewegungen aus ihrer Hülle befreien und in dem feuchten Medium munter umherzuschwimmen beginnen.

Das Hühnerei.

Eine analoge Beweiskraft kommt auch der Entwickelung des Hühnchens aus dem Ei zu. Allerdings liegt hier die Sache denn doch etwas anders, als bei Frosch oder Forelle, da das Hühnerei, wenn es gelegt wird, nicht nur bereits befruchtet ist, sondern sogar schon seine Entwickelung begonnen hat. Indessen handelt es sich hier bloss um die ersten Spuren der Entwickelung; sie äussert sich bloss darin, dass sich der Keim, der als weisser Punkt („Hahnentritt") auf dem Eidotter hervortritt, in

1) H. E. Ziegler, Lehrbuch der vergleichenden Entwickelungsgeschichte der niederen Wirbeltiere. Jena 1902. S. 169.

eine grosse Anzahl von Zellen geteilt zeigt, die auch schon die Tendenz erkennen lassen, sich in Form von Keimblättern flächenhaft anzuordnen (vergl. M. Lawdowsky und N. Tischutkin[1])). Von einem Embryo kann bei einem eben gelegten Hühnerei noch nicht die Rede sein, nur von einer Embryonalanlage; Geschlechtsorgane sind natürlich ebensowenig angelegt wie andere Organe. Die Körperwärme des Huhns, womit es sein Ei ausbrütet, ist einfach ein physikalischer Faktor, der sich künstlich durch die Temperatur des auf 39° C. erhitzten Brutofens ersetzen lässt. Somit kann dieser einzigen Einwirkung, die das Huhn während des Ausbrütens auf sein Ei ausübt, kein Erfolg auf die Differenzierung des Geschlechtes zukommen; unter den künstlich zur Entwickelung. gebrachten Hühnchen stellt sich das Geschlechtsverhältnis nicht anders dar als bei den vom Huhn ausgebrüteten. Hier mag übrigens darauf hingewiesen werden, was von mancher Seite mit Bestimmtheit behauptet wird, dass das Geschlecht schon an dem unbebrüteten Ei äusserlich an einer geringen Verschiedenheit der Gestalt kenntlich sei. Diese Behauptung reicht in sehr alte Zeit zurück, denn schon Horaz sagt im zweiten Buch seiner Satiren, dass die länglichen Eier auf Hähne, die mehr rundlichen auf Hennen hinweisen[2]). Vermutlich ist Horaz hier der Dolmetsch der Volksmeinung gewesen, wie denn in Ungarn noch heute die gleiche Ansicht im Volke, wenigstens in gewissen Gegenden, gang und gäbe ist. Madame Petit[3]) hat erst kürzlich in einem Vortrage diese Anschauung allen Ernstes vertreten, allerdings mit einem sehr mageren Beweismaterial, indem sie einzig und allein auf den Umstand hinweisen konnte, dass sie aus acht mehr zugespitzten Eiern sieben Hähne und nur eine Henne erhalten habe.

---

1) M. Lawdowsky und N. Tischutkin, Von den Beziehungen der Dotterelemente zu den Keimblätterzellen. Biolog. Centralblatt 1899, Bd. XIX, S. 411.

2) Citiert nach Schenk, Lehrbuch der Geschlechtsbestimmung. Halle 1900. S. 24.

3) Me Petit, De la sexualité des embryons de poule en rapport avec la forme de l'oeuf. Comptes rendus de la 28e session de l'assoc. française pour l'avancement de sciences 1900, T. I, p. 276.

An dieser Stelle kann ich nicht umhin, auf gewisse, mit unserem Gegenstand eigentlich nur sehr lose in Zusammenhang stehende Beobachtungen einzugehen, durch die in unwiderleglicher Weise nachgewiesen wird, dass in dem befruchteten Ei schon in dem Moment, da es seine Entwickelung beginnt, der Rassencharakter des daraus hervorgehenden Individuums bereits in unabänderlicher Weise festgestellt ist. Die dies beweisenden überraschenden und hochinteressanten Experimente stammen von dem englischen Forscher Heape. Heape benutzte zu seinen Experimenten, über die er zuerst 1890 [1]) berichtete und die er dann 1897 [2]) mit Erfolg wiederholte, zwei Kaninchenvarietäten, die in ihrer Färbung und auch in ihren sonstigen Eigenschaften sehr voneinander verschieden sind: das belgische und das Angorakaninchen. Das Weibchen der Angoravarietät wurde durch ein Männchen derselben Art befruchtet, von den befruchteten Eiern aber, von denen sich bekanntlich beim Kaninchen stets mehrere (bis zu zwölf) vorfinden, einige schon 42 bez. 32 Stunden nach der Befruchtung, bevor sie Zeit gehabt hätten, sich in der Schleimhaut der Gebärmutter festzusetzen, dem Eileiter vorsichtig entnommen und in den Eileiter eines belgischen Kaninchens übertragen, das drei Stunden vorher von einem Männchen seiner eigenen Rasse begattet worden war. Das Experiment scheint über alle Massen gewagt [3]), doch gelang es in den Händen des geschickten Experimentators. Von den in den fremden Körper übertragenen Eiern hatten sich zwei in der Schleimhaut der Gebärmutter festgesetzt und in normaler Weise zu vollkommen ausgetragenen Früchten entwickelt. Es ist zu bemerken, dass ein Kaninchenei im Anfang seiner Entwickelung, zur Zeit der Eifurchung, in welchem Stadium die Eier übertragen worden

Heape's Experimente.

1) W. Heape, Preliminary note on the transplantation and the growth of the mammalian ova within a uterine foster-mother. Roy. Soc. Proceed. 1890, Vol. XLVIII, p. 457.

2) W. Heape, Further note on the Transplantation and the growth of the mammalian ova within a uterine foster-mother. Roy. Soc. Proceed. 1898, Vol. LXVII, p. 178.

3) Technisch soll es nach der Angabe Heape's nicht besonders schwierig sein.

sind, ein ausserordentlich unscheinbares, kaum 1 mm grosses Gebilde ist und im Vergleich zur Körpermasse eines ausgetragenen Kaninchens viel weniger als ein Tausendstel dessen Volumens ausmacht. Was also hier das in den fremden Uterus überpflanzte Kaninchenei von dem es eigentlich erzeugenden Muttertiere zu seiner Entwickelung mitgebracht hat, stellt nur einen verschwindend geringen Bruchteil seines späteren Volumens dar; fast die ganze Masse seines Körpers hatte das neugeborene Kaninchen dem Organismus seiner Pflegemutter zu verdanken. Welche Eigenschaften zeigte nun das derart zur Entwickelung gebrachte Thier? Glich es seiner richtigen Mutter oder seiner Pflegemutter oder stellte es etwa eine Art Kreuzung beider dar? Es stellte sich heraus, dass diese zwei Kaninchen vollkommen die Rasseneigenschaften ihrer rechten Mutter darboten. Sie waren von Grund aus verschieden und leicht zu unterscheiden von den vier anderen Kaninchen, die die Pflegemutter infolge ihrer vorausgegangenen Befruchtung durch ein belgisches Kaninchen gleichzeitig mit ihnen in ihrem Uterus entwickelt hatte. Die Uebertragung der Eier in einen fremden Körper war also ohne jeden Einfluss auf den Rassencharakter der betreffenden Eier selbst, noch aber auf die Eigenschaften der sich zur gleichen Zeit in demselben Uterus entwickelnden einer anderen Rasse angehörigen Eier. Dieser Versuch beweist also auf das schlagendste, dass die gesamte embryonale Entwickelung wirkungslos ist auf die Gestaltung der Rasseneigenschaften, dass diese bereits dem befruchteten Ei in unbeeinflussbarer Weise innewohnen [1]). Die grosse Stoffmenge, die der mütterliche Organismus dem Embryo während seiner Entwickelung gewährt und woraus dieser seinen Körper in der Hauptsache aufbaut, stellt zwar eine Bedingung seiner Entwickelung dar, ist aber auf deren Richtung ohne Einfluss. Es ist allerdings richtig, dass eine qualitativ oder quantitativ ungenügende Beschaffenheit dieser Stoffe zu einer Hemmung der embryonalen Entwickelung oder zu Missbildungen führen

1) Beiläufig gesagt, ein überzeugender Beweis, dass alle Angaben über ein sogenanntes Versehen der Schwangeren in das Reich der Fabel gehören.

kann, doch ist die Ursache solcher Erscheinungen nicht in einer gestaltenden Einwirkung des mütterlichen Organismus zu suchen, sondern in dem Organismus selbst, ebenso wie die direkte Ursache des unrichtigen Funktionierens eines Uhrwerkes, das beispielsweise 40 statt 60 Schläge in der Minute vollführt, nicht in irgend einer äusseren Ursache, z. B. der Einwirkung höherer Temperatur, sondern in dem Mechanismus selbst gelegen ist. Auf diesen Mechanismus wirkt die Wärme ein, deren Effekt nur in einer Ausdehnung der Bestandteile des Uhrwerkes bestehen kann; der Gang der Uhr, mag derselbe regelmässig oder unregelmässig sein, ist schliesslich einzig und allein durch ihren Mechanismus bedingt. Wollen wir die Rolle, die der mütterliche Organismus von dem Momente der Befruchtung an dem Ei gegenüber spielt, durch einen drastischen Vergleich kennzeichnen, so käme dem mütterlichen Organismus ungefähr die Aufgabe des Unternehmers zu, der alle zu einem Bauwerk nötigen Materialien herbeizuschaffen hat, jedoch auf die Konstruktion, Ausgestaltung und Architektur des Gebäudes keinerlei Einfluss zu nehmen imstande ist. Freilich ist dieser Vergleich dahin zu modifizieren, dass dem mütterlichen Organismus bis zum Zeitpunkt der Befruchtung daneben noch eine zweite Rolle zukommt: die des einen der beiden Architekten, die den Plan des Gebäudes zu entwerfen haben. Diese Thatsachen lassen auch für unser Problem eine Nutzanwendung zu, insofern, als sicher anzunehmen ist, dass das, was für die Rasseneigenschaften gilt, dass sie nämlich mit dem Beginn der Entwickelung bereits unabänderlich festgestellt sind, auch für eine so fundamentale Eigenschaft des Embryos, wie das Geschlecht, Geltung haben muss.

Versuche von Landois und Miss Treat.

Der Behauptung, dass das Geschlecht vom Beginne der Entwickelung an keinen Einflüssen mehr zugänglich ist, scheinen gewisse Versuche zu widersprechen, die in der zoologischen Litteratur häufig Erwähnung finden. Durch eine bestimmte Art der Fütterung soll es gelungen sein, aus den Raupen Schmetterlinge eines gewissen Geschlechtes zu züchten. Daraus würde also folgen,

dass das Geschlecht der Raupen noch unentschieden ist und sich erst später nach der einen oder anderen Richtung entscheidet. Diese Annahme würde also dem bisher Ausgeführten insofern widerstreiten, als ja Raupen sogar schon mehr als Embryonen, nämlich ein Zwischenstadium zwischen Embryo und vollkommen entwickeltem Tiere sind.

Am häufigsten citiert finden wir die einschlägigen Versuche des Zoologen Landois (1867 [1]), dem es angeblich gelang, aus Tausenden von jungen Räupchen von Vanessa urticae bei reichlicher Fütterung Weibchen, bei schlechter Ernährung Männchen zu erzeugen. Ueber ähnliche Versuche berichtet eine amerikanische Dame, Miss Mary Treat [2]), die ihre Experimente an den Raupen von Papilio Asterias, Vanessa Antiopa und Drysocampa rubicunda anstellte. Auch ihr gelang es, durch eine bestimmte Art der Ernährung nach Belieben männliche oder weibliche Schmetterlinge aus den Raupen zu ziehen.

Die Glaubwürdigkeit dieser Untersuchungen ist wesentlich erschüttert worden durch den Umstand, dass von verschiedenen Seiten [3]) nicht nur bei den schon entwickelten Raupen, sondern auch bereits bei den noch in den Eihüllen befindlichen Embryonen die Geschlechtsorgane schon mit den mikroskopisch wahrnehmbaren Kennzeichen des einen oder anderen Geschlechtes nachgewiesen wurden. Es entbehrt denn doch selbst eines Scheines der Wahrscheinlichkeit, dass es möglich sei, durch den Einfluss der Ernährung die bereits in einer bestimmten Richtung angelegten Geschlechtsorgane willkürlich zu verändern. Bei derartigen Untersuchungen müssen offenbar irgend welche Fehlerquellen schwer zu vermeiden sein, und einer solchen Täuschung dürften Landois und Miss Treat unterlegen sein. Und ähnlich liegt die Sache

---

1) H. Landois, Ueber das Gesetz der Entwickelung der Geschlechter bei den Insekten. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie 1867, Bd. XVII.

2) M. Treat, Controlling Sex in Butterflies. American Naturalist 1873, Vol. VII. Dieselbe: The Journal of Hygiene and Herald of Health. New-York 1898. Nr. 5.

3) E. Bessels, Zeitschrift für wissensch. Zoologie 1867, Bd. XVII, S. 545; E. Verson, Zoolog. Anzeiger 1888, S. 100; La Valette St. George, Archiv für mikrosk. Anatomie 1897, Bd. L, S. 751.

bei den zwar sehr überraschenden, aber noch weniger glaubhaften Versuchen Flammarion's[1]). Der französische Forscher setzte seine Raupen Lichtstrahlen von verschiedener Wellenlänge aus und fand, dass im violetten Lichte viel weibliche, im dunkelroten Lichte schon etwas weniger solche und im hellblauen Licht überwiegend männliche Schmetterlinge aus den Raupen hervorgegangen sind. Die Einwände, die den Versuchen von Landois und Miss Treat entgegengehalten werden müssen, gelten auch hier, ja wir können diesen Versuchen sogar noch weniger Vertrauen entgegenbringen, als den vorgenannten, weil die Lichtstrahlen jedenfalls einen schwächeren Faktor in der Frage der Geschlechtsbestimmung darstellen, als die Art der Ernährung.

Widerlegung durch Cuénot.

Völlig widerlegt werden aber die erwähnten Angaben durch Cuénot[2]), der diese Versuche wiederholte und zwar mit vollkommen negativem Ergebnis. Es wurden die Raupen von Ocneria dispar und Bombyx rubi, ferner Fliegenmaden den verschiedensten Bedingungen ausgesetzt, namentlich verschiedener Ernährung und Temperatur. Die Geschlechtszahl blieb sich stets gleich! Cuénot kommt zu folgendem Schlusse: „Bei den Insekten ist das Geschlecht schon in dem gelegten Ei festgestellt, ja ohne Zweifel bereits im Eierstock der Mutter schon vor der Befruchtung."

Versuche an Hydra.

Der Verallgemeinerung dessen, was Cuénot hier für die Insekten sagt, auch für andere wirbellose Tiere, widersprechen keineswegs die Resultate, die die im Jahre 1892 angestellten Versuche Nussbaum's[3]) an Hydra, dem bekannten Süsswasserpolypen, einem auf sehr niedriger Organisationsstufe stehenden, aus zwei ineinandergestülpten Epithelblättern bestehenden Tiere, ergaben. Nussbaum gelang es, durch reichliche und dürftige Ernährung das Geschlechtsverhältnis der im Aquarium gehaltenen

1) C. Flammarion, Action des diverses radiations lumineuses sur les êtres vivants. C. R. Ac. Scienc. 1899, Vol. CXXLX, p. 398.

2) L. Cuénot, Sur la détermination du sexe chez les animaux. Bull. Sc. France et Belgique 1899, Tome XXXII, p. 462.

3) M. Nussbaum, Geschlechtsentwickelung bei Polypen. Verhandl. d. Naturf.-Vereins zu Bonn, Jahrg. 49, 1892.

entwickelten Tiere zu beeinflussen. Nun ist aber Hydra bekanntlich Hermaphrodit, nur zeitweilig treten auch eingeschlechtige Tiere auf. Hier hat es sich also nicht um Ueberführung eines Geschlechtes in das andere, sondern um die Unterdrückung des einen der beiden bestehenden Geschlechtsorgane gehandelt, entweder durch Unterernährung des einen oder durch Ueberernährung des anderen. Letzteres war der Fall, als infolge reichlicher Nahrung vorwiegend Weibchen auftraten. Diese Versuche gehören also auf ein anderes Blatt. Sie beweisen nicht die Beeinflussbarkeit des Geschlechtes durch die Art der Ernährung, sondern bilden nur einen Beweis mehr für die anerkannte Thatsache, dass die Verhältnisse der Ernährung bei niederen Organismen auf die Funktion der Geschlechtsorgane von grossem Einfluss sind. Sie gehören auf dasselbe Blatt mit den Erfahrungen bei Bienen, bei denen es ja bekanntlich der knappe Nahrungsvorrat in den Arbeiterzellen ist, der die Geschlechtsorgane der sich darin entwickelnden weiblichen Tiere nicht zur vollen Reife gelangen und daher ihre Trägerinnen statt zu Königinnen, zu Arbeiterinnen werden lässt.

Born und Pflüger.

An die oben dargelegten Untersuchungen Landois' und Miss Treat's schliessen sich gewisse Versuche Born's[1]) an, deren Objekt nicht die Insekten, sondern die Frösche bildeten. Schon an einer früheren Stelle (S. 25) haben wir die von Pflüger widerlegte Anschauung Born's kennen gelernt, dass die Konzentration des Samens von bestimmendem Einfluss auf das Geschlecht der Froschlarven sei. Born nahm daneben noch andere Faktoren als massgebend für die Geschlechtsbildung an, so vor allem die Qualität der Ernährung, und zwar nicht derjenigen der Muttertiere, sondern derjenigen der schon in der Entwickelung begriffenen Kaulquappen selbst, welche Anschauung natürlich die Annahme voraussetzt, dass die jungen Froschlarven anfangs noch geschlechtslos und so dem geschlechtsbildenden Einfluss der

1) G. Born, Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung der Geschlechtsunterschiede. Breslauer ärztliche Zeitschrift 1881, Nr. 3 u. 4. Referiert in den Jahresberichten ü. d. Fortschritte d. Anat. u. Physiologie, Bd. X, 1882, p. 419.

Aussenwelt zugänglich sind. Born fand, dass von den 1443 Larven von Rana fusca, die er im Aquarium seines Laboratoriums künstlich grossgezogen hatte, 95 % Weibchen und nur 5 % Männchen waren, während bei den in der freien Natur lebenden Fröschen nach seinen Ermittelungen die beiden Geschlechter in ungefähr gleicher Zahl vertreten sind. Diesen auffallenden Befund führte nun Born auf die ungewöhnlichen Ernährungsverhältnisse bei der künstlichen Zucht zurück, namentlich auf die im Vergleich zu den Bedingungen der natürlichen Entwickelung ungünstige Fütterung seiner Untersuchungstiere. So kam er zu dem Schlusse, dass unvorteilhafte Ernährung der in Entwickelung begriffenen Tiere es bewirke, dass sich die anfänglich indifferenten Geschlechtsorgane vorwiegend zu weiblichen entwickeln. Doch auch mit dieser seiner Behauptung hatte Born kein Glück, obgleich sie anfangs, besonders als sich ihr auf Grund eigener Nachforschungen Yung[1]) anschloss, Anklang zu finden schien, und wieder war es Pflüger[2]) beschieden, die Unrichtigkeit der Born'schen Angaben zu beweisen. Pflüger zeigte schon durch seine auf S. 27 mitgeteilten Untersuchungen, dass die verschiedenen Ernährungsbedingungen, unter denen sich die Kaulquappen befinden, auf das relative Verhältnis ihres Geschlechtes nicht einwirken und unternahm es auch, den Fehlerquellen nachzugehen, die in Born's Untersuchungen eine so verhängnisvolle Rolle gespielt haben mochten. Er zeigte, dass in der Bestimmung der Geschlechtszugehörigkeit der jungen Kaulquappen sehr leicht ein Irrtum unterlaufen kann, namentlich infolge der eigenartigen Thatsache, dass im Hoden der Froschlarven die Elemente stellenweise eine derartige Anordnung aufweisen können, die einigermassen an die Graaf'schen Follikel des Froscheierstockes erinnert, wodurch dann leicht die Täuschung hervorgerufen werden kann, männliche Exemplare für weibliche einzuschätzen. Auch wies Pflüger

1) E. Yung, De l'influence de la nature des aliments sur la sexualité. Comptes rendu de l'Acad. Scienc. Paris 1881, Tome XCIII, p. 854.

2) E. Pflüger, Ueber die das Geschlecht bestimmenden Ursachen und die Geschlechtsverhältnisse der Frösche. Pflüger's Archiv f. die gesamte Physiologie 1882, Bd. XXIX, S. 13.

auf die Möglichkeit hin, dass das auffallende Ergebnis der Born'schen Untersuchungen dadurch beeinflusst worden sein konnte, dass bei den von ihm verwendeten Kaulquappen die Männchen eine grössere Sterblichkeitsziffer aufwiesen, als die Weibchen.

Worin immer auch die Ursache für die irrtümlichen Resultate der Born'schen Untersuchungen gelegen sein mag, Thatsache ist, dass die Schlussfolgerungen, zu denen seine Versuche führten, unhaltbar sind. Sie werden nicht nur durch die eben erwähnten Versuche Pflüger's widerlegt, sondern besonders durch die neuesten Angaben Cuénot's[1]). Der französische Forscher untersuchte bei den Larven des Grasfrosches den Einfluss der verschiedenen Ernährung auf das Geschlecht. Er versuchte es der Reihe nach mit tierischer, pflanzlicher und gemischter Kost; eine vierte Gruppe der Versuchstiere wurde so mangelhaft wie möglich ernährt; bei allen fand sich das gleiche Geschlechtsverhältnis!

Es liegt demnach klar zu Tage, dass alle angeblichen Erfahrungen, die für eine spätere, erst während der Entwickelung vor sich gehende Differenzierung des Geschlechtes verwertet worden sind, einer Beweiskraft ermangeln; sie können alle als widerlegt gelten, während andererseits positive Beweise dafür vorhanden sind, dass das Geschlecht bereits von dem Beginn der Entwickelung an bestimmt ist.

Rückblick.

Und so haben uns denn die dargelegten Beobachtungen bei Wirbellosen, bei den höheren Tieren und auch bei dem höchstentwickelten Wesen, dem Menschen, wieder zu unserem Ausgangspunkte zurückgeführt, zu dem Satze, der sich aus den fundamentalen Erfahrungen bei Dinophilus für unsere Materie ergeben hat. Wohl mögen sich aus dem Kreis der Biologie noch weitere Beweise für die Richtigkeit unserer Anschauung

1) L. Cuénot, Sur la détermination du sexe chez les animaux. Bull. Scient. France Belgique 1899, Tome XXXII, p. 462. Referiert in: Année Biologique, A. V., 1901, p. 212.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

anführen lassen — die wichtigsten sind jedenfalls im vorstehenden gegeben und dürften wohl genügen, um auch dem Leser die von uns vertretene Anschauung als zum mindesten höchst wahrscheinlich erscheinen zu lassen. Ich für meinen Teil halte diese Beweise für entscheidend und zweifle nicht, dass sich die zukünftigen Forschungsergebnisse der Biologie an das angeführte Beweismaterial harmonisch anschliessen werden.

Wenn wir die Eizellen, solange sie sich innerhalb ihrer Bildungsstätte, dem Eierstock, befinden, als Zellen dieses Organes, mithin also auch als Bestandteile des mütterlichen Organismus betrachten — und das sind sie wohl, wenigstens in rein morphologischer Hinsicht — so ist die Ansicht und der Ausspruch berechtigt, dass ihr verschiedener Geschlechtscharakter ein Strukturverhältnis des weiblichen Körpers ist. Ja, gehen wir von dem Gesichtspunkte aus, dass selbst die aus den Eiern hervorgegangenen neuen Organismen immer noch in gewissem Sinne abgelöste und zu selbstständigem Leben erweckte Bestandteile des mütterlichen Organismus sind, so können wir weitergehen und die Behauptung wagen, dass auch die Geschlechtsproportion der entwickelten Individuen einer Gattung als ein morphologischer Zug des Organismus der weiblichen Individuen der betreffenden Gattung gelten kann.

Vererbung und Geschlechtsbestimmung.

So muss sich denn das männliche Geschlecht mit dem Gedanken abfinden, dass ihm jeder direkte Einfluss auf die Bestimmung des Geschlechtes vorenthalten und dass diese Bestimmung ausschliesslich dem Organismus des weiblichen Individuums überlassen ist. Die Möglichkeit eines indirekten Einflusses, der durch Ueberspringen einer Generation im Geschlechte der Enkel zum Ausdruck kommt, muss allerdings auch dem väterlichen Organismus zugestanden werden. Nehmen wir z. B. an, dass eine Frau hauptsächlich für das Hervorbringen männlicher Nachkommenschaft veranlagt ist, d. h. dass ihr Eierstock, von der Norm abweichend, in überwiegender Zahl männliche Eier zur Entwickelung bringt; nehmen wir des weiteren an, dass diese Frau einen Sohn gebärt, der ihr auffallend gleicht und mit

anderen körperlichen und geistigen Eigenschaften auch die genannte Tendenz überkommen hat, natürlich nur in latentem Zustande, ohne sie als männliches Individuum zur Aeusserung bringen zu können. Die Tochter dieses Mannes ähnelt auffallend dem Vater und damit zugleich der Grossmutter, welche Aehnlichkeit unter anderem auch darin zum Ausdruck kommen wird, dass diese Tochter eine besondere Disposition für die Erzeugung von Knaben an den Tag legt. Ueber ähnliche Beobachtungen berichten uns die Erfahrungen auf dem Gebiet der Milchwirtschaft, durch die festgestellt wurde, dass einzelne Kühe mit reichlicher Milchproduktion diese für den Besitzer so wertvolle Eigenschaft mehrere Generationen hindurch durch die Vermittelung von Stierkälbern fortgepflanzt haben. Es wird häufig gesagt, dass es Familien giebt, in denen sich die Neigung für Knaben- oder Mädchengeburten durch Vererbung überträgt [1]). Wenn ein solches Walten der Vererbung thatsächlich vorhanden ist, kann sich diese Eigenschaft bloss durch Vermittelung der weiblichen Mitglieder einer Familie oder — wenn durch die Männer — bloss mit der obenerwähnten Einschränkung fortpflanzen. Dass eine Vererbung nach dieser Seite hin besteht, dafür spricht die Erfahrungsthatsache der Erblichkeit der Fruchtbarkeit und der Zwillingsgeburten [2]).

---

1) O. Lorenz, Handbuch der gesamten wissenschaftlichen Genealogie. Berlin 1898. S. 364.

2) Dass namentlich die Fruchtbarkeit als Familiencharakter auftreten kann, beweist der Umstand, dass auch der Weltrecord auf diesem Gebiete von drei Schwestern erreicht wurde; von diesen gebar die eine Schwester, die wegen ihrer aufopfernden Thätigkeit im Secessionskriege bekannte Frau Dr. Mary Austin, in ihrer 33jährigen Ehe 44 Kinder, die zweite 41 und die dritte 26 Kinder. Mary Austin gab nur Zwillingen und Drillingen das Leben, und zwar 13 Zwillingspaaren und sechsmal Drillingen. (Vgl. L. A. Geissler, Zur Kenntnis der Geschlechtsverhältnisse bei Mehrlingsgeburten. Allgemeines statistisches Archiv 1896, Bd. IV, S. 537, cfr. S. 544.) Beweise für die Erblichkeit der Fruchtbarkeit giebt Th. Ribot in seinem interessanten Werke, Die Vererbung, übersetzt von Dr. H. Kurella, Leipzig 1895, S. 4. Bei der hereditären Anlage zu Zwillingsgeburten scheint es sich nach Rumpe fast ausschliesslich um die Neigung zur Geburt eineiiger Zwillinge zu handeln (Rumpe, Ueber einen Unterschied zwischen ein- und zweiigen Zwillingen. Zeitschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie 1891, Bd. XXII, S. 344).

Es ist eine alltägliche Erfahrung, dass die Kinder, unbeschadet eines häufigen Hinneigens nach der einen oder anderen Seite, dennoch in den allermeisten Fällen körperliche wie geistige Eigenschaften beider Eltern aufweisen. Die meisten Nachkommen stellen mehr oder minder ein Mischprodukt der Charaktere der Erzeuger dar, eine Thatsache, die ja schon durch die allbekannten Ergebnisse der Kreuzungen zwischen verschiedenen Menschenrassen und bei den Tieren durch die Resultate der Bastardierungen klar zu Tage tritt.

Diese Thatsache ist uns auch verständlich geworden durch die Erkenntnis eines Details bei dem cellulären Vorgang der Befruchtung. Als ein äusserst wichtiges Moment des Befruchtungsprozesses gilt seit den grundlegenden Untersuchungen der Gebrüder Hertwig (1875) die Vereinigung der Zellkerne der männlichen und weiblichen Geschlechtszellen, oder, wie wir heute sagen, der Austausch derjenigen ihrer Bestandteile, die man als Chromosomen bezeichnet. Nun hat E. van Beneden (1888), der berühmte belgische Embryologe, bei seinen Untersuchungen über die Befruchtung bei dem Pferdespulwurm die fundamentale Thatsache aufgedeckt, dass vermöge dieses Austausches in dem Aufbau eines jeden Zellkernes des zur Entwickelung gelangenden Organismus die gleiche Anzahl von Chromosomen aus dem väterlichen und mütterlichen Organismus eingeht. Es unterliegt demnach keinem Zweifel, dass wir in jeder einzelnen Zelle unseres Körpers väterliches sowie mütterliches Erbteil besitzen. Es besteht also ein wesentlicher Unterschied zwischen der Vererbung des Geschlechtes einerseits und der der sonstigen Eigenschaften andererseits. An den letzteren haben, wie wir sehen, Vater und Mutter Anteil, das Geschlecht dagegen ist ausschliesslich von der Mutter überkommen. Nun kann uns der Unterschied nicht so auffallend erscheinen, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass eine Eigenschaft wie der Geschlechtscharakter ihrer Natur nach unmöglich ein Kompromiss beider erzeugenden Organismen sein kann, indem sie einen einheitlichen unteilbaren Zug darstellt, während sich alle anderen Eigenschaften aus einer Mehrheit von

einzelnen Zügen zusammensetzen, auf die sich die beiderseitigen elterlichen Einflüsse verteilen können. Dass die Natur die Bestimmung einer so wichtigen Eigenschaft, wie die des Geschlechtes der Nachkommen, gerade dem weiblichen Organismus übertragen hat, steht im Einklang mit den Erfahrungen, die man über die Rolle der Eizelle im Vergleich zu der des Spermiums bei der Befruchtung gemacht hat und mit der sich hieraus ergebenden Schlussfolgerung, dass das weitaus bedeutungsvollere Element der Fortpflanzung organischer Wesen die Eizelle ist. Sie ist es, die sich eigentlich zu dem neuen Organismus entwickelt; der Samenzelle fällt in der Hauptsache nur die Behebung gewisser Hindernisse in der Entwickelung des Eies zu, daneben freilich auch die Uebertragung gewisser Eigenschaften des väterlichen Organismus, wodurch eine für die Erhaltung und Fortentwickelung der Gattung vorteilhafte „Qualitätenmischung" erzielt wird. Kann sich doch das Ei bei der parthenogenen Entwickelung auch mit Ausschluss eines befruchtenden Samenfadens zu einem vollkommenen neuen Wesen gestalten. Noch schlagender ist der Beweis, den uns die äusserst wichtigen und hochinteressanten Versuche von Loeb[1]) für diese Thatsache liefern. Diesem Forscher gelang es, die Eier zweier sich sonst stets zweigeschlechtig vermehrender niederer Tiere, des Seeigels Arbacia und des Ringelwurmes Chaetopterus, durch Zusatz eines Gemisches, das zur Hälfte aus Seewasser, zur Hälfte aus Magnesiumchlorid ($MgCl_2$) bestand, zur parthenogenetischen Entwickelung zu veranlassen. So liess sich in diesen überraschenden Versuchen, für deren Richtigkeit auch ihre erfolgreiche Wiederholung durch Wilson[2]) spricht, die Wirksamkeit des Samens durch einen so einfachen chemischen Faktor, wie es die Einwirkung eines Magnesiumsalzes ist, ersetzen. Dagegen erscheint es so gut wie ausgeschlossen, dass es jemals gelingen könnte, bei

1) J. Loeb, On the artificial production of normal larvae from the unfertilized eggs of the sea urchin (Arbacia). Amer. Journ. of Physiology 1900, Vol. III, p. 434.

2) E. B. Wilson, Experimental Studies in Cytology. I. A cytological study of artificial parthenogenesis in sea urchin eggs. Archiv f. Entwickelungsmechanik 1901, Bd. XII, S. 529.

einem Tiere eine Entwickelung mit Umgehung des Eies herbeizuführen. „Aus allen diesen Erfahrungen muss gefolgert werden" — sagt Boveri[1]), einer der hervorragendsten Forscher auf dem Gebiet der Befruchtungslehre — „dass das Wesen der Tier- und Pflanzenspecies in dem Ei allein vollkommen enthalten ist. Der Defekt, der das Ei typischerweise an der Entwickelung behindert, kann nur in einer untergeordneten Hemmung bestehen, die durch das Spermatozoon gehoben wird. Das Ei lässt sich einer Uhr vergleichen mit vollkommenem Werk; nur die Feder fehlt und damit der Antrieb."

Neue Probleme. Zeitpunkt der Entstehung des Geschlechtes.

Stellen wir uns nun auf den Boden der Anschauung, dass das Geschlecht der Nachkommen ovarial bestimmt ist, d. h. dass der Eierstock zwei Gattungen von Eiern hervorbringt, männliche und weibliche, und setzen wir unsere Betrachtungen, von dieser Grundlage ausgehend, weiter fort, so drängen sich uns eine Reihe neuer Fragen auf. Vor allem wirft sich die Frage auf: besitzen die Eizellen ihr Geschlecht von allem Anfange an, d. h. von dem ersten Augenblick ihrer embryonalen Entwickelung an, oder gewinnen sie ihre geschlechtliche Veranlagung erst bei ihrer Reifung, beim Weibe etwa anlässlich der Ovulation? Eine sichere Handhabe zur Entscheidung dieser Frage fehlt uns zur Zeit, doch dürfte eine gewisse Wahrscheinlichkeit für die erstere dieser Annahmen sprechen. Namentlich wird diese Annahme durch die Beobachtungen bei Dinophilus nahegelegt, dessen Eier nach ihrem Geschlechte durch ihren verschiedenen Bau von vornherein unterschieden sind. Danach wäre anzunehmen, dass die Eizellen ihren Geschlechtscharakter bereits aus jenen embryonalen Zellen überkommen, deren Nachkommen sie sind. Als solche Zellen haben wir in der kurzen Darlegung der Entwickelungsweise der Geschlechtsdrüse jene grossen, hellen „Geschlechtszellen" in dem Epithel auf der Oberfläche der Keimdrüsenanlage bezeichnet; man müsste also annehmen, dass es schon unter diesen männ-

1) Th. Boveri, Das Problem der Befruchtung. Jena 1902. S. 11.

liche und weibliche Keimzellen giebt. Wollen wir aber die hier angedeutete Auffassung konsequent durchführen, so dürfen wir die erste Entstehung des Geschlechtes auch in diese Zellen nicht verlegen, sondern müssen noch weiter hinaufsteigen in die allerersten Stadien der Entwickelung bis zu denjenigen Zellen des sich eben erst gefurchten Keimes, deren Abkömmlinge diese Zellen sind. Hier ist auf ein hochinteressantes Ergebnis der embryologischen Forschungen der letzten Jahre hinzuweisen. Für die verschiedensten Klassen des Tierreiches liegen vielfache, die Kennzeichen der Zuverlässigkeit vollkommen an sich tragende Angaben vor, dahingehend, dass jene Geschlechtszellen, woraus später durch das Zwischenstadium mehrerer Zellgenerationen Ei- oder Samenzellen hervorgehen, lange schon vor der Bildung der Keimdrüsen von den anderen Zellen wesentlich verschieden sind. Ja einzelne Forscher vermochten diese zur Erhaltung der Gattung dienenden „Propagationszellen" schon in den ersten Stadien des Furchungsprozesses, jenes Vorganges, mit dem die Entwickelung überhaupt beginnt, von den anderen, lediglich zum Aufbau des individuellen Organismus dienenden Furchungszellen zu unterscheiden. So glaubte Eigenmann[1]) bei dem Knochenfische Cymatogaster schon bei der fünften Zellgeneration des in der Furchung begriffenen Keimes die betreffenden Zellen an gewissen auffallenden Eigenschaften erkannt zu haben. Wohl die bedeutungsvollste Untersuchung nach dieser Richtung hin haben wir Boveri[2]) zu danken, der bei Ascaris megalocephala, diesem in der Lehre von der Befruchtung so vielgenannten niederen Wurm, den Nachweis führte, dass die Sonderung der Keimzellen von den somatischen Zellen bereits in den ersten Furchungsstadien durch eine eigenartige Ausbildung des in dem Kern enthaltenen Chromatins angedeutet und mit grosser Sicherheit festzustellen ist. Es liegt über die

1) C. H. Eigenmann, Sex-differentiation in the viviparous Teleost Cymatogaster. Archiv f. Entwickelungsmechanik 1897, Bd. IV, S. 125.

2) Th. Boveri, Die Entwickelung von Ascaris megalocephala mit besonderer Rücksicht auf die Kernverhältnisse. Festschrift für Carl von Kupffer. Jena 1899. S. 384.

hier berührte Frage bereits eine umfangreiche Litteratur vor; eine ebenso erschöpfende wie lichtvolle Zusammenstellung der einschlägigen Angaben findet sich in dem kürzlich erschienenen Werke von Korschelt und Heider [1]). So kann es also als bewiesen gelten, dass schon die ersten Abkömmlinge der nach ihrer Befruchtung der Teilung unterliegenden Eizelle verschiedene Bahnen einschlagen; ein Teil ist zum Aufbau des Körpers bestimmt und mit diesem dem künftigen Untergang geweiht, dem anderen dagegen fällt die Aufgabe der Erhaltung der Gattung zu, mit welcher Aufgabe — vorausgesetzt, dass sie auch zur Er-

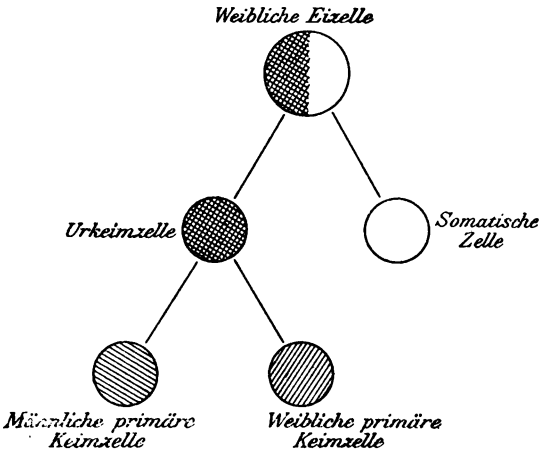


Fig. 2.

füllung gelangt — der Vorzug der Unsterblichkeit verknüpft ist (Kontinuität des Keimplasmas, Weismann). In der Eizelle selbst ist dieses verschiedene Protoplasma, somatisches Plasma und Keimplasma, als vermischt anzunehmen. Führen wir also unsere oben dargelegte — wie es zugegeben werden mag — sehr hypothetische Auffassung zur letzten Konsequenz, so würde sich das Bild dieser Vorgänge bei der Entwickelung eines weiblichen Individuums folgendermassen gestalten. In der ersten Propagationszelle, der Urkeimzelle, müssten die beiden Geschlechtscharaktere noch als vermischt angesehen werden, aber schon in

1) E. Korschelt u. K. Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwickelungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Allgemeiner Teil. Jena 1902. S. 368 ff.

dem nächsten aus dieser Teilung hervorgehenden Zellenpaare, den ersten „primären Keimzellen", also in der dritten Zellgeneration mit Einrechnung des Eies, eine Trennung nach den Geschlechtern angenommen werden. Dieser Gedanke wird durch umstehendes Schema veranschaulicht (Fig. 2, S. 61).

Von diesen beiden primären Keimzellen, der männlichen und der weiblichen, stammen dann durch die Zwischenstufe der „sekundären Keimzellen" des Keimepithels die Eizellen männlichen und weiblichen Charakters ab, deren bei den meisten Tieren — wie es scheint — verschiedene Zahl sich aus der etwas grösseren und geringeren Vermehrungsintensität der einen und anderen Zellgattung erklären lässt.

Lagerung der Eizellen.

Betrachtet man einen mikroskopischen Durchschnitt aus dem Eierstock eines jüngeren weiblichen Individuums, so fällt es auf, wie zahlreich sich die Eizellen in diesem Schnitte aneinanderreihen. Heyse[1]) zählte die Eizellen im Eierstock eines 17 jährigen Mädchens und erhielt als deren Summe in beiden Eierstöcken die hohe Zahl von 35000. Noch viel grösser scheint die Zahl der Eier im Eierstock des Neugeborenen zu sein; Waldeyer[2]) schätzt sie auf 100000. Zählt man die Menstruationen während der Geschlechtsperiode des Weibes, die die Zeit vom 15. bis zum 45. Lebensjahre umfasst, und nimmt man an, dass etwa bei jeder achtzigsten Menstruation Zwillingseier ausgeschieden werden, so kommt man zu dem Ergebnis, dass von dieser Unmasse von Eiern nur ungefähr 410 zur Reife gelangen. Noch viel weniger werden selbstverständlich ihrer eigentlichen Bestimmung zugeführt. Die nicht zurReife gelangenden Eier erliegen nach und nach, und zwar schon von der Geburt an, einem Zerfall und werden schliesslich resorbiert. Die Erscheinungen dieses Zerfalles („Follikelatresie") treten uns bei der Untersuchung des mikroskopischen Baues des Eierstockes auf Schritt und Tritt ent-

1) Heyse, Ein Beitrag zur mikroskopischen Anatomie der Ovarien Osteomalacischer. Archiv f. Gynäkologie 1896, Bd. LIII, S. 321.

2) W. Waldeyer, Das Becken. Berlin 1899. S. 793.

gegen. Sie äussern sich merkwürdigerweise vielfach in einer Teilung der dem Untergang preisgegebenen Zelle, die an die ersten Teilungen der befruchteten Eizelle erinnert; es ist, als ob die Zelle vor ihrem Untergang noch eine letzte stürmische Bethätigung ihrer verglimmenden Lebensenergie äussern müsste. Die Natur produziert also einen ungeheuren Ueberfluss an Eizellen, ebenso wie sie auch von den Samenfäden einen den Bedarf enorm übersteigenden Vorrat schafft. Es ist beinahe, als ob sie sich durch den Ueberfluss dieser Gaben die Erhaltung der Gattung auf alle Fälle sichern wollte. Von den vielen Eiern, die im Eierstock nebeneinander liegen, würde also nach unserer Auffassung ein Teil männlich, ein Teil weiblich sein, und zwar in dem Verhältnis, das der Geschlechtsproportion der Conceptionen (nicht der Geburten!) bei der betreffenden Species entspricht. Bei dem Menschen beispielsweise muss die Zahl der männlichen Eier die der weiblichen nicht unbeträchtlich (etwa im Verhältnis von 111 : 100, siehe weiter unten) übersteigen. Aber nun fragt es sich weiter: welche Lagerung nehmen die Eier verschiedenen Geschlechtes im Eierstock ein? Sind sie bunt durcheinandergewürfelt oder nach ihrem Geschlechte säuberlich geordnet? Diese Frage entzieht sich vollkommen unserer Beurteilung, wird sich aber kurzer Hand entscheiden lassen, wenn einmal die mikroskopischen Merkmale des Geschlechtes an den einzelnen Eizellen unserer Erkenntnis erschlossen sind[1]).

1) Vollkommen ausgeschlossen ist, dass die Eier verschiedenen Geschlechtes auf die beiderseitigen Eierstöcke verteilt sind. Diese uralte, von Parmenides und Anaxagoras stammende, von Zeit zu Zeit immer wieder bis auf unsere Tage als neue Entdeckung auftauchende Hypothese ist schon von Albrecht v. Haller (Elementa physiologiae 1757—1766, Bd. VIII, p. 97) und K. Burdach (Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft 1826—1840, Bd. I, S. 586) vollkommen durch den Hinweis auf Fälle widerlegt worden, wo trotz Erkrankung des einen Eierstockes Kinder beiderlei Geschlechtes zur Welt gebracht wurden. Noch schlagenderer Widerlegung haben mehrere Geburtshelfer der Neuzeit, wie Gessner, Stratz, Gönner und Winckel diese Behauptung gewürdigt, dadurch, dass sie Fälle mitteilten, in denen die Frauen nach Entfernung des einen Eierstockes gleichwohl Knaben und Mädchen das Leben gaben. Gönner ergänzte diese Angaben durch Experimente an Kaninchen, aus denen sich ergab, dass die Tiere auch nach einseitiger Castration Junge beiden Geschlechtes hervorbringen können. Dasselbe Experiment macht, und zwar mit dem gleichen Ergebnis,

Reihenfolge der Eireifung.

Auch die weitere Frage kann aufgeworfen werden, ob bei der Ovulation des weiblichen Individuums, d. h. dem bei dem Weibe nach der verbreitetsten Auffassung monatlich erfolgenden Ausreifen einer Eizelle, die Reifung männlicher und weiblicher Eier einem regelmässigen Wechsel unterliegt oder ob es bloss der Zufall entscheidet, ob ein Ei des einen oder des anderen Geschlechtes an die Reihe kommt. Letzteres erscheint plausibler, denn bei einem regelmässigen Wechsel der Ovulation nach dem Geschlechte des Eies müsste das Geschlechtsverhältnis 100 : 100 sein, wenn man nicht einen komplizierten Mechanismus annimmt, der von Zeit zu Zeit — ähnlich den Schalttagen des Kalenders — ein überzähliges männliches Ei in die Reihe einfügt. Bei der Annahme einer regellosen Ausscheidung würde uns die Regellosigkeit, die sich in der Geschlechtsfolge der Nachkommen äussert, verständlich, während andererseits schliesslich doch im grossen und ganzen der massgebende Einfluss des Zahlenverhältnisses der im Eierstock befindlichen verschiedengeschlechtigen Eier zum Durchbruch kommen muss[1]). In der

---

die Natur selbst in der Klasse der Vögel, bei denen bekanntlich, mit Ausnahme weniger Formen, der rechte Eierstock schon im Jugendzustande der Rückbildung anheimfällt und nur das linke Ovarium Eier hervorbringt — Eier beiden Geschlechtes. Die Annahme einer Geschlechtsverschiedenheit der Eier des rechten und linken Eierstockes ist ja schon vom morphologischen Standpunkte aus von vornherein als absurd zu bezeichnen, indem eine solche Verschiedenheit eine wesentliche, meritorische Differenz zwischen einander entsprechenden Teilen der rechten und linken Körperhälfte bedeuten und dadurch einen Widerspruch mit einem der Hauptprinzipien des Aufbaus des Wirbeltierkörpers, mit dem der bilateralen Symmetrie, in sich schliessen würde. Dieses Prinzip wird von der Natur ausnahmslos und strengstens festgehalten; die Ungleichheit der zu beiden Seiten der Mittellinie paarig vorhandenen Organe ist stets nur quantitativer und niemals morphologischer Natur. Das Vorhandensein unpaariger, nur auf die eine Seite beschränkter Eingeweide und Gefässe erklärt sich teils dadurch, dass das entsprechende Organ der anderen Seite frühzeitig geschwunden ist (wie es z. B. bei der oberen Hohlader der Fall ist), noch häufiger aber daraus, dass das betreffende Organ, ursprünglich in medianer symmetrischer Lage angelegt, durch ungleiches Wachstum seiner Teile oder auch der Nachbareingeweide auf die eine oder andere Körperseite gedrängt wurde.

1) In einem im Jahre 1889 in der Pariser Societé de Biologie gehaltenen Vortrage stellte Dupuy angeblich auf Grund von Nachforschungen bei mehr als 200 Familien mit mehr als 1000 Kindern die Behauptung auf, dass bei der monatlichen Ovulation des Weibes abwechselnd je ein männliches und ein weibliches Ei ausgereift wird. So wäre es also möglich, nach dem ersten Kindbett das Geschlecht des

physiologischen Litteratur hielt sich lange Zeit eine Angabe, die, wenigstens für einen Vogel, einen derartigen regelmässigen Wechsel im Ausreifen der Eier verschiedenen Geschlechtes zu beweisen schien. Aristoteles hatte schon behauptet, dass von den zwei Eiern, die die Tauben zu legen pflegen, das eine stets ein männliches, das andere ein weibliches Individuum liefert. Der vielgenannte Physiologe Flourens[1]) fand diese Angabe bestätigt und fügte noch hinzu, dass von den beiden Eiern stets das erste das männliche ist. Cuénot[2]) unterzog diese Behauptungen einer Nachprüfung; sie führte zu dem überraschenden Ergebnis, dass all' diese angeblichen Gesetzmässigkeiten in das Reich der Fabel gehören. Unter 65 Eierpaaren waren 17 männlich, 14 weiblich, 34 verschiedengeschlechtig. Von 30 künstlich ausgebrüteten männlichen Tauben entstammten 15 dem ersten und 15 dem zweiten Ei.

---

sich bei jeder Menstruation ablösenden Eies in Evidenz zu halten und darauf gestützt, durch Auswahl des Befruchtungstermines, dem zu zeugenden Kinde ein bestimmtes Geschlecht zu sichern. Diese Ansicht, die auch schon von Anderen ausgesprochen worden ist, hat nicht viel Wahrscheinlichkeit für sich, denn es wäre hierbei, wie bereits erwähnt, die Geschlechtsproportion der Neugeborenen 106 : 100 unverständlich. Auch wäre für die zweieiigen Zwillinge, die bekanntlich verschiedenen Geschlechtes sein können, eine Erklärung nicht zu finden. Nimmt man an, dass solche Zwillingseier in der Reihenfolge nur eine Nummer repräsentieren, so müssten sie ausnahmslos eines Geschlechtes sein; stellen sie aber zwei Nummern dar, so müssten sie immer verschiedenem Geschlechte angehören. Nun kommt aber bekanntlich beides vor und so müssten schon von den Anhängern dieser Lehre beide Möglichkeiten als verwirklicht angenommen werden; damit aber wäre die praktische Verwertbarkeit dieser angeblichen Erkenntnis unter den Tisch gefallen, wie denn überhaupt die Thatsache der Einschaltung von Zwillingseiern, deren Häufigkeit wohl grösser ist, als man meinen sollte, dieser Annahme höchst unbequem sein muss. Im übrigen muss auch darauf hingewiesen werden, dass selbst die Frage noch nicht als völlig entschieden gelten kann, ob bei dem Weibe Ovulation und Menstruation ausnahmslos zusammenfallen und immer nur anlässlich der Menstruation ein Ei zur Ausstossung gelangt. Manches spricht dafür (siehe C. Gebhard, Menstruation, in Veit's Handbuch der Gynäkologie, Wiesbaden 1898, Bd. III; Veit, Lehrbuch der Geburtshilfe, 5. Aufl., Bonn 1902, S. 30), dass die Ausreifung der Eier nicht in streng geschlossenen Cyklen an die Menstruation gebunden ist, sondern dass sich auch in den Zwischenzeiten Eier von dem Eierstock lösen können.

1) Flourens, Comptes rendus de l'acad. franç. 1864, p. 740.

2) L. Cuénot, La distribution des sexes dans les pontes de pigeons. Comptes rendus de l'Acad. des Sciences 1900, Tome CXXXI, p. 756.

Ernährung und Geschlechtsbestimmung bei niederen Tieren.

Unsere bisherigen Ausführungen gipfeln also in dem Satze, dass die Natur das konstante Geschlechtsverhältnis der Neugeborenen dadurch sichert, dass sie schon im Eierstock zweierlei Eier, männliche und weibliche, erzeugt.

Wir wollen uns nun mit einer hochinteressanten Reihe von Versuchen beschäftigen, aus denen hervorgeht, dass bei gewissen niederen Tieren das ziffernmässige Geschlechtsverhältnis keine starre, unwandelbare Zahl darstellt, sondern dass darauf gewisse äussere Faktoren, namentlich Einflüsse der Ernährung, von grossem Einfluss sind, und dass man durch künstliche Regelung dieses Faktors, d. h. durch Verabreichung einer reichlichen oder schmalen Kost das Zahlenverhältnis der Nachkommen zu einem von dem normalen abweichenden gestalten kann. Es mag hier vor allem besonders betont werden, dass es sich hier nicht um einen Einfluss handelt, der auf den sich entwickelnden Keim oder Embryo einwirkt — die Wirkungslosigkeit eines solchen Eingriffes ist ja schon früher ausführlich dargelegt worden — sondern um Einwirkungen auf den mütterlichen Organismus zur Zeit der Bildung und Ausreifung der Eier. Es muss dies hier besonders betont werden, damit dem Leser keine Verwechselung mit den schon vorhin dargelegten Versuchen unterläuft, mit denen bei flüchtiger Betrachtung die mitzuteilenden Ergebnisse eine gewisse Aehnlichkeit zeigen; bei jenen handelte es sich darum, die Ernährung des Embryos für die Bildung seines Geschlechtes zu verwerten, ein Versuch, der, wie wir sahen, misslungen ist, hier dagegen soll der Nachweis erbracht werden, dass durch gewisse Ernährungsbedingungen bei niederen Tieren der mütterliche Organismus dazu veranlasst werden kann, überwiegend Eier des einen Geschlechtes zu bilden.

Wie lässt sich die Möglichkeit einer solchen Beeinflussung von einem allgemeinen Gesichtspunkte aus beurteilen und verstehen? Die Lösung scheint mir in folgendem Gedankengang gegeben zu sein. Die Bildung der Eizelle aus den schon öfter erwähnten sekundären Keimzellen muss meiner Ansicht nach als ein Moment der individuellen Entwickelung des betreffenden

Tieres aufgefasst werden. Mag dieser Vorgang bei gewissen Tieren auch auf einen verhältnismässig späten Zeitpunkt, etwa auf die postfötale Periode fallen: immer handelt es sich um ein Detail der Entwickelung des Eierstockes. Und dieselbe Auffassung lässt sich, wie ich meine, sogar auf das Ausreifen der Eier, ja selbst auf die Bildung der Richtungskörperchen ausdehnen. Denn wie jede Zelle, kann auch das Ei erst dann als völlig entwickelt betrachtet werden, wenn es die Eignung zur Erfüllung seiner Bestimmung erlangt hat, welche Bestimmung hier durch die Befruchtungsfähigkeit erfüllt wird. Von diesem Gesichtspunkt aus kann man also die Eier als solche Zellen des Körpers bezeichnen, die den Abschluss ihrer Entwickelung am spätesten von allen Zellen erreichen, falls sie ihn überhaupt erreichen, da die Mehrzahl, wie wir sahen, ohne zur Reifung zu gelangen, der Rückbildung anheimfällt. Um darüber klar zu werden, wie weit diese Zellen gegen die anderen Elemente des Körpers zeitlich zurückbleiben können, brauchen wir uns nur die letzte zur Ausreifung gelangende Geschlechtszelle einer in den Wechseljahren befindlichen, etwa 45jährigen Frau zu vergegenwärtigen, welche Eizelle ihre volle Entwickelung zu einem Zeitpunkte erlangt, zu dem schon viele andere Elemente des Körpers nicht nur bereits den Höhepunkt ihrer Entwickelung überschritten, sondern sogar den Weg der Rückbildung angetreten haben. Demnach fallen also sämtliche Erscheinungen der Eientwickelung und selbst Eireifung, mögen sie wann immer erfolgen, unter denselben Gesichtspunkt, wie die sonstigen Entwickelungsvorgänge des Organismus. Gelingt es also, die Entwickelung oder Ausreifung der Eier durch künstliche Eingriffe, abnorme Ernährung oder dergleichen in eine unrichtige, von der Norm abweichende Bahn zu lenken — und eine derartig abnorme Entwickelung ist es, wenn die Eier zu einem von der Regel abweichenden Geschlechtsverhältnis gedrängt werden — so stellt dieser Vorgang also keine durchaus unfassbare, ohnegleichen dastehende Erscheinung dar, sondern ein Ergebnis, das sich manchen anderen experimentellen Resultaten an die Seite stellen lässt. Ein solches Ver-

suchsergebnis scheidet kein prinzipieller Gegensatz beispielsweise von jenen Versuchen, in denen es gelang, durch Erhöhung der Temperatur des Brutofens über die normale Bruttemperatur hinaus beim Hühnerembryo (Kollmann[1]) oder durch Zusatz von Kochsalz zu dem Wasser bei den sich entwickelnden Froschlarven (O. Hertwig[2]) die als Spina bifida bekannte, in einer mangelhaften Verschliessung der Wirbelsäule bestehende Missbildung herbeizuführen.

Allerdings wird eine geringe Abweichung der Geschlechtszahl von der Norm noch nicht den Eindruck einer Missbildung hervorrufen. Indessen unterscheidet sich ein solches Versuchsergebnis nur quantitativ und nicht prinzipiell von jenem extremen Resultat, wenn es dem Experimentator gelingt, seine Versuche so wirksam zu gestalten, dass das Versuchstier dazu gebracht wird, ausschliesslich Eier eines Geschlechtes zu erzeugen. Ein solcher Zustand trägt entschieden schon den Charakter der Monstruosität an sich, um so mehr als diese Abnormität die auf die Erhaltung der betreffenden Gattung gerichtete Tendenz der Natur durchkreuzt und im Falle ihrer allgemeinen Verbreitung das Aussterben der betreffenden Gattung zur Folge haben würde.

So lassen sich also meines Dafürhaltens die mitzuteilenden Versuche ohne alle Schwierigkeit in den Rahmen der experimentellen Teratologie einfügen.

Kyber's Versuche.

Die ersten derartigen Versuche sind schon im Jahre 1813 von Kyber[3]) an Blattläusen (Aphis rosae und dianthi) angestellt worden. Kyber wies nach, dass, wenn diese Tiere mit frischer und reichlicher Nahrung gefüttert werden, sie sich fort und fort auf parthenogenetischem Wege vermehren und nur weibliche Individuen erzeugen. Es gelang ihm, auf diese Weise vier Jahre hindurch die Bildung von männlichen Individuen zu

1) J. Kollmann, Ueber Spina bifida und canalis neurentericus. Verhandl. d. Anat. Gesellschaft. Göttingen 1893. S. 134.

2) O. Hertwig, Entwickelung des Froscheies unter dem Einfluss schwächerer und stärkerer Kochsalzlösungen. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. XLIV, 1894, S. 385.

3) Kyber, Erfahrungen über Blattläuse. Germar's Magazin der Entomologie 1813.

verhindern. Sobald weniger Nahrung gereicht wurde, trat eine männliche Generation auf.

Ernährung und Parthenogenese.

Diese wichtige Beobachtung Kyber's blieb lange unbeachtet, erst ein halbes Jahrhundert später, im Jahre 1865, griff Leydig[1]) den Gedankengang Kyber's wieder auf und suchte das Ergebnis, das aus dessen Beobachtungen hervorging, dahin zu verallgemeinern, dass es die mangelhafte Ernährung sei, die bei denjenigen Tieren (Aphiden, Daphniden, Reblaus u. s. w.), bei denen sich Parthenogenese und zweigeschlechtige Vermehrung cyklisch ablösen, dass Auftreten der männlichen Generation bewirkt. Um die von Leydig begründete, von Kurz, Strasburger, Herbert Spencer, Düsing, Nussbaum u. A. weiter entwickelte Auffassung anschaulich zu machen, wähle ich das Beispiel der Daphniden. Weismann hat für diese Crustaceengruppe folgenden Vermehrungsmodus nachgewiesen. Von diesen kleinen Tieren findet man im Frühjahr nur Weibchen, die sich auf parthenogenetischem Wege vermehren; aus ihren weichschaligen Sommereiern entstehen mehrere Generationen ausschliesslich von neuen Weibchen. Erst gegen den Herbst tritt aus der letzten Serie der weichschaligen, parthenogen sich entwickelnden Eier eine Generation von Männchen auf, die nun die vorhandenen Weibchen befruchtet und sie zur Ablegung widerstandsfähiger, den Winter überdauernder und sich erst im nächsten Frühjahr zur Entwickelung anschickender Eier veranlasst. Nach der zuerst von Leydig angeregten Anschauung, der sich trotz der Einwendungen Weismann's[2]) die meisten Zoologen anschlossen und die heute als herrschend bezeichnet werden kann, soll das Auftreten der männlichen Tiere im Herbste eine Folge des Sinkens der Temperatur sein, jedoch nicht direkt, sondern dadurch, dass damit ungenügende Ernährungsverhältnisse für die Weibchen eintreten, wodurch dann die Bildung männlicher Eier veranlasst wird. Man hat die Männchen in diesem Sinne auch

1) Fr. Leydig, Der Eierstock und die Samentasche der Insekten. Nova Acta Acad. Leopold. 1865, Tome XXXIII.

2) A. Weismann, Aufsätze über Vererbung und verwandte biologische Fragen. Jena 1892. S. 291.

eine „Hungergeneration" genannt. Diese geistvolle Anschauung, durch die manche sonst unerklärliche Erscheinungen in der Fortpflanzung dieser Tiere ihre Erklärung finden, hätte vielleicht doch nicht den Anklang gefunden, dessen sie sich erfreut, wenn nicht die experimentellen Beweise für ihre Richtigkeit erbracht worden wären. Man fand, dass die im Herbst auftretende männliche Generation vollkommen unterdrückt werden kann, wenn man die Daphniden auch in der kälteren Jahreszeit an einem warmen Orte, beispielsweise im Treibhaus hält und ihnen so die Sommerwärme und damit die günstigen Lebensbedingungen weit in den Herbst hinein künstlich erhält; unter solchen Bedingungen reiht sich unbegrenzt eine parthenogenetische Weibergeneration an die andere. Auf der anderen Seite gelang es bei diesen Tieren, auch mitten im Sommer die Entstehung einer männlichen Brut herbeizuführen, wenn man sie der Kälte aussetzte und ihnen dadurch einen künstlichen Herbst schaffte. Dass auch jene Deutung richtig ist, dass es sich bei diesen Vorgängen nicht um eine direkte Wirkung der Temperatur, sondern immer nur um eine durch diese bedingte Beeinträchtigung der Ernährung der Tiere handelt, geht daraus hervor, dass man auch durch andere die Ernährung herabsetzende Faktoren die gleiche Wirkung hervorrufen kann, wie durch die Kälte. So erzielte Schmankewitsch[1]) bei den im salzigen Wasser lebenden Daphnidengattungen Daphnia und Moina männliche Tiere und hartschalige Dauereier dadurch, dass er den Salzgehalt des Wassers erhöhte — ein der Ernährung der Tiere ungünstiges Moment. Aehnliche Versuchsergebnisse erhielt derselbe Forscher bei Artemia salina, einem zu den Phyllopoden zählenden Salzwasserkrebs.

Nussbaum's Versuche an Hydatina.

Die bekanntesten und neuesten derartigen Versuche, an deren Glaubwürdigkeit kein Zweifel bestehen kann, stammen von dem Anatomen M. Nussbaum in Bonn[2]). Diese Versuche be-

1) W. J. Schmankewitsch, Ueber das Verhältnis der Artemia salina Miln. Edw. zur Artemia Mühlhauseni Miln. Edw. und dem Genus Branchipus Schäff. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 1875, Bd. XXV, Suppl., S. 103.

2) M. Nussbaum, Die Entstehung des Geschlechtes bei Hydatina senta. Archiv f. mikrosk. Anatomie 1897, Bd. XLIX, S. 227.

ziehen sich auf das kleine Rädertier Hydatina senta. Dieser im Süsswasser lebende Wurm vermehrt sich sowohl parthenogenetisch, wie auch getrenntgeschlechtig. Die Eier der ersteren Art sind weichschalige sogenannte Sommereier, die der letzteren hartschalige, grössere Dauereier. Aus den parthenogenetischen Eiern entstehen sowohl Männchen wie Weibchen, und zwar in einem bestimmten Zahlenverhältnis, doch begegnen wir hier einer Besonderheit, für die nur noch wenig Beispiele im Tierreich bekannt sind, die zuerst von Leydig (1855) nachgewiesen und besonders von Cohn (1858) und Maupas (1887) des genaueren ermittelt worden ist. Sie besteht darin, dass jedes Weibchen nur Eier eines bestimmten Geschlechtes hervorbringen kann; das Geschlecht des zuerst gelegten Eies des Tieres ist entscheidend für das der nachfolgenden. Ein bestimmtes Weibchen legt immer nur eine Sorte Eier. Hierbei ist wohl nicht daran zu denken, dass es zwei grundverschiedene Gattungen von Weibchen giebt, sondern die Erscheinung ist mehr als eine individuelle Eigenart der einzelnen Tiere aufzufassen. Die weiblichen Sommereier sind in der Regel etwas grösser als die männlichen, doch giebt es hiervon Ausnahmen, so dass man das Geschlecht der Eier nicht in allen Fällen aus der Grösse voraussehen kann. Dagegen sind die reifen Männchen und Weibchen leicht voneinander zu unterscheiden, schon an ihrer verschiedenen Grösse (die Weibchen messen 0,75, die Männchen dagegen nur 0,25 mm) und namentlich durch den Mangel eines Darmes beim Männchen.

Die im Aquarium gehaltenen Tiere vermehren und entwickeln sich unter günstigen Bedingungen in derselben lebhaften Weise, wie die die Freiheit geniessenden, und in der Brut erscheinen die beiden Geschlechter bei normaler Ernährung in einem bestimmten Zahlenverhältnis, das nach Maupas 300:100 beträgt. Dieses Verhältnis erfährt aber eine gewaltige Aenderung, sobald die Tiere auf eine von der Norm abweichende Nahrung gesetzt werden. Mit diesem Régime muss aber sehr frühzeitig begonnen werden. Das Leben der Weibchen von Hydatina erstreckt sich bei 18° Celsius bloss auf 13 Tage. Der ganze Kreis-

lauf dieses Lebens rollt sich äusserst rasch ab und hieraus ist es erklärlich, dass die weiblichen Tiere ihr Brutgeschäft schon ein bis zwei Tage, nachdem sie sich der Eischale entwunden haben, beginnen. Es muss also mit dem Versuche sehr frühzeitig, unmittelbar nach dem Ausschlüpfen der Tiere aus dem Ei begonnen werden; ist das Tier bereits legereif geworden oder hat es sogar schon mit dem Ablegen seiner Eier begonnen, so ist der Versuch bereits verspätet, denn die folgenden Eier werden ohne Rücksicht auf die Art der Ernährung stets desselben Geschlechtes sein, wie das erstgelegte Ei. Die Erklärung hierfür liegt wohl darin, dass die Eier dieses Tieres nicht im Laufe seines kurzatmigen Lebens nach und nach entstehen, sondern schon zum Zeitpunkt des Beginnes des Eierlegens vollzählig (bis zu 40 nach Lenssen) angelegt sind und auch schon ihren bestimmten Sexualcharakter, der bei allen ein übereinstimmender ist, in sich tragen.

Nussbaum fand nun, dass, wenn er die Weibchen gleich von ihrer Entstehung aus dem Ei an einer reichhaltigen Nahrung teilhaftig werden liess, d. h. von der Infusorienart Euglena einen genügenden Vorrat den Reservoirs, worin die Tiere gehalten wurden, zusetzte, sie nur weibliche Eier legten; bot er ihnen dagegen eine mangelhafte Ernährung, so brachten sie nur männliche Eier hervor. So hängt es also bei diesen Tieren ganz von dem Belieben des Experimentators ab, die Bildung einer männlichen oder weiblichen Nachkommenschaft herbeizuführen. Das Mass der Ernährung bestimmt den Geschlechtscharakter; günstige Ernährung während der Reifezeit der Eier begünstigt die Entstehung einer weiblichen, kärgliche Ernährung die einer männlichen Generation.

Maupas. Vor Nussbaum hatte schon der französische Forscher Maupas[1]) dasselbe Tier als Objekt seiner ähnlichen Versuche benutzt, sich aber nicht der Ernährung, sondern der Temperatur als eines das Geschlecht beeinflussenden Faktors bedient. Auch dieses Verfahren war von Erfolg begleitet, weshalb Maupas sich

1) E. Maupas, Sur la multiplication et la fécondation de l'Hydatina senta Ehr. Comptes rendus 1890, Tome CXI, p. 310.

veranlasst sah, in der Temperatur den mächtigsten Regulator des Geschlechtes bei den Rädertieren zu erblicken. Nussbaum giebt zwar zu, dass auch mit Hilfe der Temperatur eine Beeinflussung des Geschlechtes bei Hydatina möglich sei, fasst aber die Temperatur als einen Faktor auf, der auf das Geschlecht nicht unmittelbar, sondern bloss insoweit einwirkt, als er die Ernährungsbedingungen im Aquarium beeinflusst. Mit dem Steigen der Temperatur verbrauchen die Tiere wegen ihres lebhafteren Stoffwechsels und auch wegen ihrer gesteigerten Fruchtbarkeit mehr Nahrung, infolgedessen wird im Aquarium bald ein Nahrungsmangel eintreten, der durch das Absterben vieler Euglenen noch mehr erhöht wird. Dadurch ist das ausschliessliche Auftreten der „Hungergeneration", d. h. der Männchen bedingt. Diese Erklärung Nussbaum's ebenso wie auch das Ergebnis seiner auch von Lenssen[1]) bestätigten Versuche steht in vollem Einklang mit den oben geschilderten Versuchen bei den Daphniden und anderen Tieren.

Dass aber ein ähnlicher Effekt durch das Hilfsmittel der Ernährung nicht bei allen niederen Tieren erzielt werden kann, zeigen die neuesten Versuche von Maupas[2]) bei den sehr tiefstehenden Fadenwürmern Rhabditis elegans und Caussaneli. Sie führten zu einem durchaus negativen Ergebnis; gut oder schlecht genährt, brachten die hermaphroditischen, sich selbst befruchtenden Tiere die beiden Eiergattungen, männliche und weibliche, immer in gleichem Verhältnis hervor[3]). Die Ungunst der Ernährungsbedingungen hatte stets nur eine Verminderung der Eierzahl im allgemeinen zur Folge.

Nach den vorstehenden Versuchen und Erfahrungen kann also an der Thatsache nicht gezweifelt werden, dass bei vielen

---

1) Dr. Lenssen, Contribution à l'étude du développement et de la maturation des oeufs chez l'hydatina senta. La Cellule 1898, Tome XIV, p. 421.

2) E. Maupas, Modes et formes de reproduction chez les Nématodes. Arch. de zoologie expérimentale 1900, Tome VIII, p. 963.

3) Die Gattung Rhabditis hat einen merkwürdigen Entwickelungsgang, sogenannte Heterogenie; auf eine hermaphroditische Generation folgt stets eine viel kleinere getrenntgeschlechtige, aus der wieder hermaphroditische Tiere hervorgehen.

niederen Tieren die Art der Ernährung auf das Geschlecht der Nachkommenschaft einen mehr oder weniger intensiven Erfolg auszuüben vermag, insbesondere dass Ueberernährung die Bildung weiblicher, Unterernährung die männlicher Eier befördert.

Ernährung und Geschlechtsbestimmung bei höheren Tieren.

Wie packend und wertvoll die geschilderten Versuchsergebnisse bei den niederen Tieren auch sein mögen, unser Hauptinteresse wird sich doch immer darauf konzentrieren, ob ein Einfluss der Ernährungsbedingungen auf die Geschlechtsbestimmung auch bei den höheren Wirbeltieren, insbesondere bei den Säugetieren und dem Menschen als möglich angenommen werden kann. Ist es zulässig, diese Forschungsergebnisse auch auf den Menschen zu übertragen?

Es ist wohl selbstverständlich, dass die Antwort hierauf nur so ausfallen kann, dass eine derartige Verallgemeinerung nicht ohne weiteres statthaft ist. Es ist doch ein anderes um den verhältnismässig einfachen Organismus eines Rädertierchens und den komplizierten Aufbau des an der Spitze der organischen Welt einherschreitenden Menschen. Wohl mag diesen Untersuchungen auch mit Rücksicht auf die höheren Tiere insofern eine gewisse Bedeutung zukommen, als sie hier der Forschung eine bestimmte Richtung weisen und sie veranlassen können, die eventuelle Wirksamkeit der Ernährung auch bei den Säugetieren und bei dem Menschen zu prüfen; allein es liegt auf der Hand, dass das Problem, wenn es gelöst werden soll, hier zum Gegenstande besonderer Untersuchungen gemacht werden muss.

Die Aussichten für die Annahme einer Einwirkung der Nahrung auf das Geschlecht bei den höheren Tieren und dem Menschen sind von vornherein nicht besonders günstig. Wenn wir sehen, dass sich die Geschlechtszahl der Neugeborenen bei Völkern, die unter den verschiedensten klimatischen, wirtschaftlichen und kulturellen Verhältnissen leben, deren Ernährungsweise qualitativ wie quantitativ eine so verschiedene ist, im grossen und ganzen denn doch auf gleicher Höhe hält, dass diese Zahl, wie die eingangs erwähnten statistischen Erhebungen von Graunt zeigen,

schon vor 250 Jahren keine andere war als heute, so muss doch ein tiefgehender Einfluss der Ernährung auf die Sexualproportion wenig Wahrscheinlichkeit für sich haben. Der Möglichkeit, dass die Art der Ernährung allein das Geschlecht der Nachkommenschaft bestimme, widerspricht schon die Konstanz jener Zahl; bei einem so schwankenden Faktor, wie es die Ernährung ist, wäre die Beständigkeit jener Zahl unmöglich. Dieser Annahme steht auch die Thatsache entgegen, dass Zwillinge verschiedenen Geschlechtes sein können, sowie auch die Erfahrung, dass bei den Tieren, die mehrere Junge zur Welt bringen, wie z. B. das Kaninchen (bis zu 12), in demselben Wurf stets beide Geschlechter vertreten sind. Höchstens könnte daran gedacht werden, dass die Ernährung von einer gewissen entfernten Einwirkung auf die Bildung des Geschlechtes sei; von einer Einwirkung, die sich aber nur in einer geringfügigen perzentuellen Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses bei grossen statistischen Reihen äussern kann.

Von dieser letzteren Voraussetzung gingen auch die Untersuchungen, die nach dieser Richtung hin gepflogen wurden, aus, und naturgemäss war es der statistische Weg, der hierbei betreten wurde.

In den statistischen Untersuchungen, die zur Ermittelung der geschlechtsbestimmenden Ursachen angestellt wurden, spielt die Untersuchung der Wirkung, die der Art der Ernährung dabei zukommt, eine grosse Rolle. Diese Untersuchungen reichen weiter zurück, als die geschilderten biologischen Experimente und es erscheint nicht ausgeschlossen, dass auch die Biologie aus dieser Quelle die Anregung zu ihren Forschungen genommen hat.

Unter denjenigen, die für den Einfluss der Ernährung auf das Geschlecht der Nachkommenschaft eingetreten sind, ragen namentlich zwei Forscher hervor: Ploss und Wilckens. Nur auf die Angaben dieser beiden Forscher wollen wir uns im Folgenden beschränken.

Ploss — von Beruf Gynäkologe und nicht Statistiker — veröffentlichte über diese Frage mehrere Abhandlungen. In der Ploss.

ersten aus dem Jahre 1858 stammenden Arbeit[1]) entwickelte er mit aller Entschiedenheit die Anschauung, dass auch bei dem Menschen und bei den Säugetieren eine Beeinflussung des Geschlechtes durch die Ernährung anzunehmen sei. Hierbei ist es für unsere Frage von nebensächlicher Bedeutung, dass sich Ploss ebenso wie, beiläufig gesagt, auch Wilckens, diesen Einfluss nicht in dem Sinne denkt, wie er uns vorschwebt, d. h. dass durch die verschiedenen Ernährungsverhältnisse der Eierstock der Mutter zur Hervorbringung eines bestimmtgeschlechtigen Eies beeinflusst wird, sondern dass er sich auf den Boden der Anschauung stellt, dass die Frucht in den Frühzeiten der Schwangerschaft geschlechtslos ist und demgemäss annimmt, dass sich die das Geschlecht beeinflussende Wirkung der Ernährung auf den schon keimenden Embryo geltend mache. Nach Ploss soll sich diese Wirkung darin äussern, dass gut genährte weibliche Individuen, die ihrer Frucht eine kräftige Ernährung angedeihen lassen können, verhältnismässig häufiger weibliche als männliche Nachkommen hervorbringen, schlecht genährte dagegen mehr zur Erzeugung männlicher Nachkommen neigen. Hieraus erkläre sich, dass unter günstigen ökonomischen Verhältnissen die Zahl der Knabengeburten abnimmt. Ploss berief sich zum Beweise dieser seiner Behauptung hauptsächlich auf Untersuchungen, die er über das Verhältnis des Ernteausfalles zur Sexualproportion der Neugeborenen in Sachsen über den Zeitraum von 1834 bis 1854 angestellt hat, aus denen sich ihm deutliche Spuren eines Zusammenhanges zu ergeben schienen, indem sich in Jahren, die auf schlechte Erntejahre folgten, in denen also wegen des Steigens der Lebensmittelpreise ungünstige Nahrungsbedingungen eintraten, stets eine geringe Zunahme der Knabengeburten nachweisen liess, während andererseits in Jahren nach günstigen Ernteergebnissen eine Vermehrung der Mädchengeburten zu konstatieren war. Auch bei ähnlichen Forschungen in Preussen und England schien sich ihm eine Einwirkung des

1) H. Ploss, Ueber die das Geschlechtsverhältnis der Kinder bedingenden Ursachen. Monatsschr. f. Geburtskunde u. Frauenkrankh. 1858, Bd. XII, S. 321.

wechselnden Steigens und Fallens der Getreidepreise auf die Geschlechtsproportion der Kinder zu offenbaren. Aehnliche Zusammenhänge fanden auch v. Fircks und Düsing[1]) für Preussen bei Untersuchung des Zeitraumes von 1816 bis 1887.

Nach solchen bestimmten Angaben, die alle die Kriterien der Zuverlässigkeit an sich zu tragen scheinen, sollte man meinen, dass an der Thatsache des geschlechtsbestimmenden Einflusses der Ernährung beim Menschen nicht zu zweifeln ist. Indessen liegen aus der reichen Litteratur über diese Frage auch gerade entgegengesetzte Beobachtungen vor; diese versetzen der Glaubwürdigkeit dieser Angaben einen argen Stoss. So untersuchte Wappäus[2]) auf diesen Zusammenhang hin die Geburtsstatistik Schwedens und Norwegens während eines Zeitraumes von 100 Jahren (1749 bis 1849). Aus seinen Forschungen geht ein Fehlen eines jeglichen derartigen Zusammenhanges hervor. Diese Ermittelungen von Wappäus schienen auch Ploss so gewichtig und so überzeugend, dass er in einem zweiten Aufsatze[3]) von seiner Ansicht abging und seinen Glauben an die Einwirkung der Ernährungsverhältnisse auf das Geschlecht als erschüttert erklärte.

In seinem ersten Aufsatze stützte sich Ploss noch auf eine Reihe anderer Behauptungen. So sollen Zeiten grosser Not, die die Bevölkerung namentlich in ihrem männlichen Teile dezimieren, wie Kriege, Seuchen, Auswanderung u. s. w., einen grossen männlichen Geburtsüberschuss hervorbringen. Diese Behauptung, besonders diejenige, dass nach Kriegsjahren ein grosser Ueberschuss der männlichen Geburten hervortreten soll, tritt uns vielfach auch bei anderen Autoren entgegen, in der Regel aber, ebenso wie bei Ploss, ohne ziffermässige Beweise für ihre

---

1) C. Düsing, Die Regulierung des Geschlechtsverhältnisses bei der Vermehrung der Menschen, Tiere und Pflanzen. Jena 1884. S. 157. Derselbe, Das Geschlechtsverhältnis der Geburten in Preussen. Berlin 1890.

2) J. E. Wappäus, Allgemeine Bevölkerungsstatistik. Leipzig 1861. Bd. II, S. 167.

3) H. Ploss, Ein Blick auf die neuesten Beiträge zur Frage über das Sexualverhältnis der Neugeborenen. Monatsschr. f. Geburtskunde u. Frauenkrankh., 1861, Bd. XVIII, S. 237. Cfr. S. 244 u. 246.

Richtigkeit, so dass es den Anschein hat, als würde es sich vielmehr um einen vagen Eindruck, als um eine wissenschaftlich begründete Behauptung handeln; mehr um eine Lehrmeinung, die sich — einmal aufgestellt — selbst ohne genügendes Beweismaterial in der Litteratur forterbt, getragen durch eine gewisse teleologische Wahrscheinlichkeit, indem sich hier sozusagen eine ausgleichende Tendenz der Natur äussern würde, daraufhin gerichtet, den durch die Kriegsverluste entstandenen Männermangel zu ersetzen. Auch die Zahlenangaben, die Düsing hierfür anführt (a. a. O. S. 158), scheinen ungenügend und möglicherweise durch den Zufall bedingt; nach Carlberg[1]) soll der russisch-türkische Krieg 1877/78 auf das Geschlechtsverhältnis in Russland keinerlei nennenswerten Einfluss ausgeübt haben. Ploss erklärt die angeblich günstige Einwirkung der Kriegsjahre auf die Mehrproduktion an Knaben mit der Thatsache, dass Kriege eine wirtschaftliche Depression hervorrufen.

Eine weitere Beobachtung, auf die sich Ploss berief, ist die, dass auf dem Lande verhältnismässig mehr Knaben als in den Städten geboren werden, was er darauf zurückführt, dass die Ernährung der Landbevölkerung trotz grösserer physischer Anstrengung weniger vorteilhaft ist, als die der Städter. Zum Beweise dieser Behauptung führt er an, dass in Frankreich der Fleischkonsum auf dem Lande durchschnittlich um 60 % geringer sein soll als in den Städten. Mit diesen Angaben stimmen auch diejenigen von Düsing überein; dieser fand in Preussen für einen Zeitraum von 12 Jahren (1875—1887) als Geschlechtsproportion der Neugeborenen in den Städten die Zahl 105,81, in den Landgemeinden die Zahl 106,57. Doch fehlt es auch hier nicht an widersprechenden Angaben; so ergaben die einschlägigen Forschungen Carlberg's (a. a. O. S. 27), denen die Geburtsstatistik der Gesamtbevölkerung Livlands zu Grunde lag, gerade für die Städte eine bedeutend höhere Verhältnisziffer; hier entfielen während des Zeitraumes 1873—1882 107,62 Knaben auf 100 Mädchen, auf

1) N. Carlberg, Die Bewegung der Bevölkerung Livlands in den Jahren 1873—1882. Reval 1886. S. 25.

dem Lande dagegen nur 105,33. Immerhin scheinen wir aber einer Thatsache gegenüberzustehen, die zumindest für viele Gebiete Geltung beanspruchen kann.

Weiterhin führt Ploss an, dass bei unehelichen Geburten fast überall der männliche Geburtsüberschuss geringer ist als bei den ehelich geborenen Kindern, welches statistische Ergebnis er durch eine besondere, wie wir noch sehen werden, etwas gekünstelte Art der Erklärung für seine Lehre nutzbar zu machen sucht. Ploss äussert schliesslich auch noch die Vermutung, dass in wohlhabenden Familien verhältnismässig mehr Mädchen geboren werden als in ungünstiger situierten, konnte aber zugestandenermassen für diese Annahme keine Belege beibringen. Düsing und Hampe (a. a. O. S. 161)[1]) äusserten sich positiver in dieser Hinsicht, doch sind die Zahlen, worauf sie sich stützen, durchaus ungenügend zu nennen; überdies widersprechen ihnen auch die Ermittelungen von v. Fircks[2]), Ansell[3]) u. A., so dass diese statistische Behauptung nicht als genügend begründet erachtet werden kann.

Aber selbst wenn sich all' diese statistischen Angaben als konstant und auf richtigen Beobachtungen fussend ergeben würden, so wären noch immer Zweifel daran berechtigt, ob diejenige Erklärung, die die fraglichen Abweichungen der Verhältnisziffer der Geschlechter unter den Neugeborenen mit der abweichenden Art der Ernährung der Mutter in ursächlichen Zusammenhang bringt, auch richtig ist. Eine solche Deutung ist und bleibt nun einmal hypothetisch und ermangelt daher der vollen Beweiskraft. Neben der Ernährung können für diese Abweichungen auch noch verschiedene andere Faktoren verantwortlich gemacht werden, teilweise vielleicht mit mehr Berechtigung. Zum Be-

---

1) C. Hampe, Statistische Beiträge zur Frequenz der Geburten und zu den Ursachen des Sexualverhältnisses der Kinder. Monatsblätter f. mediz. Statistik und öffentliche Gesundheitspflege 1862.

2) A. v. Fircks, Zeitschrift d. Königl. preussischen statist. Bureaus. 29. Jahrg. Berlin 1889. S. 165.

3) Ch. Ansell jun., On the rate of Mortality at early periods of life. London 1878. S. 36.

weise dessen möchte ich auf ein Moment hinweisen, das meiner Ansicht nach bei dem Versuche, diese Verhältnisse zu erklären, mit viel grösserem Recht als der Ernährungsfaktor, ja überhaupt an erster Stelle in Anschlag zu bringen ist. Dieses, wie ich meine, in der Litteratur bisher noch immer nicht genügend berücksichtigte Moment besteht in der verschiedenen Häufigkeit der Fehlgeburten und Totgeburten.

Fehlgeburten, Totgeburten.

Gehen wir auf diesen Gegenstand etwas näher ein, so ist daran zu erinnern, dass die Geschlechtsverhältniszahl, der wir in unseren bisherigen Ausführungen eine so bedeutende Rolle einräumten, uns nicht darüber aufklärt, was vom biologischen Standpunkt eigentlich als das Wesentlichste, bezeichnet werden müsste: in welchem Zahlenverhältnisse nämlich die beiden Geschlechter unter den befruchteten und ihre Entwickelung beginnenden Eiern vertreten sind, wie sich also das Geschlechtsverhältnis der Konzeptionen stellt, sondern darüber, wieviel Früchte verschiedenen Geschlechtes jenen bei dem Menschen verhältnismässig vorgerückten Zustand der Entwickelung erreichen, bis zu dem der mütterliche Organismus unter normalen Verhältnissen seiner Frucht Aufenthalt gewährt. Ueber das Geschlechtsverhältnis der befruchteten Eier vermögen wir uns nur schätzungsweise eine Vorstellung zu bilden. Und diese kann nur darin bestehen, dass diese Verhältnisziffer die Sexualzahl der Neugeborenen bedeutend übersteigen muss, d. h. dass unter den befruchteten Eiern das Zahlenverhältnis der männlich und weiblich veranlagten einer viel höheren Ziffer als 106 : 100 entsprechen muss.

Diese Annahme findet ihre Begründung in der merkwürdigen Beobachtung, dass unter den Abortivfrüchten und ebenso unter den Totgeburten die Knaben einen bedeutend höheren Prozentsatz ausmachen als die Mädchen. Eine Erklärung können wir für diesen merkwürdigen Thatbestand nicht geben. Es entzieht sich vollkommen unserer Erkenntnis, weshalb um so viel mehr männliche Früchte schon vor dem Ende der Schwangerschaft frühzeitig absterben, als weibliche. An Hypothesen freilich fehlt es auch hier nicht. So ist hier die Annahme Rauber's zu verzeichnen,

(a. a. O. S. 94), dass der Grund hierfür darin liege, dass der Ernährungsanspruch männlicher Früchte grösser sei, wofür aber Rauber keine positiven Belege beizubringen in der Lage ist. Bei den Neugeborenen weisen zwar bekanntlich die Knaben ein höheres Gewicht auf als die Mädchen, doch ist das Gleiche keineswegs für die Embryonen nachgewiesen. Orschansky[1]) behauptet sogar im Gegenteil, dass bis zum 5. Monat gerade die weiblichen Früchte schwerer, mithin also entwickelter sein sollen, als die männlichen. — Der Erklärungsversuch Düsing's, der männliche Embryo sei deshalb weniger lebensfähig, weil er zu seinem Geschlechte durch schlechtere Ernährungsverhältnisse gelangt sei, erklärt eine Hypothese durch eine andere[2]). Immerhin steht aber die Thatsache selbst unzweifelhaft fest. Dies beweisen schon die bisher zur Verfügung stehenden Zahlen, wenn sie auch noch bezüglich der Embryonen weit hinter der von einer zuverlässigen Statistik geforderten Höhe zurückbleiben. Rauber (a. a. O. S. 142) fand bei der Untersuchung von 57 Embryonen ein Geschlechtsverhältnis von 159 : 100. Ich selbst war in der Lage, ein etwas grösseres Material daraufhin zu untersuchen; es standen mir 156 Embryonen zwischen 50 und 300 mm Länge (3.—6. Monat) aus der Sammlung des unter meiner Leitung stehenden I. Anatomischen Institutes der Budapester Universität zur Verfügung. Darunter befanden sich 96 männliche und 60 weibliche Embryonen. Die Sexualzahl beträgt also 160, mehr als die von Rauber festgestellte Zahl. Addiert man meine Resultate zu denen Rauber's, so erhält man 131 Knaben auf 82 Mädchen, mithin also ein Geschlechtsverhältnis von 159,75 oder rund 160.

Auch unter den Totgeborenen, d. h. unter den in vollkommen ausgetragenem Zustand tot zur Welt gebrachten Neu-

1) J. Orschansky, Die Thatsachen und Gesetze der Vererbung. Archiv f. Anatomie und Physiologie. Phys. Abteilung. Jahrg. 1899. S. 214.

2) Als Curiosum möchte ich noch die Ansicht von Meckel anführen (citiert nach Ploss, Zeitschrift f. Geburtskunde u. Frauenkrankh. 1861, Bd. XVIII, S. 241), wonach die Ursache des häufigeren Absterbens der männlichen Früchte darin zu suchen sei, dass sie „viel reger und beweglicher sind", und daher bei ihnen häufiger eine Drehung der Nabelschnur eintritt, wodurch eine Hemmung des Kreislaufs bedingt wird.

geborenen, überwiegt das männliche Geschlecht. Quetelet stellt die Geschlechtszahl 133,5 für sie fest und ungefähr die gleiche Zahl lässt sich aus der Liste berechnen, die Bodio[1]) für die Totgeborenen bei verschiedenen Völkern, hauptsächlich für den Zeitraum von 1887 bis 1891 giebt; sie lautet:

Italien	131,1
Frankreich	142,2
Deutsches Reich	128,3
Oesterreich	132,1
Ungarn	130,0
Schweiz	135.0
Belgien	132,1
Niederlande	127,7
Schweden	135,0
Norwegen	124,6
Dänemark	133,2

Diese Daten ergeben also als mittlere Zahl 131,9, eine Ziffer, die dem Geschlechtsverhältnis der Lebendgeborenen bedeutend überlegen ist. Ein ähnlicher Thatbestand ist auch für die Haussäugethiere festgestellt. So beträgt nach Goelert die Geschlechtsproportion lebend geborener Fohlen 96.57, diejenige totgeborener dagegen 106,5.

Wir stehen demnach der Thatsache gegenüber, dass durch Fehlgeburten, Frühgeburten und Totgeburten viel mehr Knaben als Mädchen verloren gehen. Hieran muss sich aber die Ueberlegung knüpfen, dass die Häufigkeit dieser Vorkommnisse, insbesondere der Aborte, nicht ohne Rückwirkung auf die Geschlechtsziffer der Neugeborenen bleiben kann. Je zahlreicher diese innerhalb eines Territoriums oder einer Bevölkerungsschichte vorkommen, desto mehr wird jene Zahl die Tendenz zeigen, etwas zu sinken. Man möge diesen Faktor nicht zu gering anschlagen. Die Frauenärzte versichern übeinstimmend, dass die Fehlgeburten viel häufiger sind, als man gemeiniglich glaubt, besonders in den ersten Monaten der Schwangerschaft, in denen sie sich oft nur in einer etwas stärkeren und schmerz-

---

1) L. Bodio, Movimento della popolazione. Confronti internazionali. Roma 1895. S. 22 ff.

haften Menstruation äussern. Nach Hegar[1]), dessen Angaben von Mc. Kee[2]) und neuerdings von Keyssener[3]) bestätigt worden sind, kommt eine Fehlgeburt auf 8 bis 10 rechtzeitige Geburten; nach den älteren Angaben von Guillemot und Devilliers, denen sich auch Tarnier[4]) anschliesst, sogar eine auf 3 bis 4 normale Geburten. Legt man die Zahl 8 als Verhältnisziffer der rechtzeitigen Geburten zu den Fehlgeburten zu Grunde, eine Ziffer, die wohl eher zu niedrig als zu hoch gegriffen ist, und nimmt man als Sexualproportion der Embryonen die Zahl 160, die ich vorhin aus den Angaben Rauber's und aus meinen eigenen Beobachtungen zog, so erhält man als Sexualzahl der Konzeptionen, d. h. als Geschlechtsverhältnis der befruchteten Eier die Zahl 110,77 oder rund 111.

Die Ursachen der Fehlgeburten sind sehr mannigfacher Art. Die künstlichen Fruchtabtreibungen sind hier natürlich aus der Berechnung auszuscheiden, da bei ihnen der Eingriff ebenso gut einen männlichen, wie einen weiblichen Keim treffen kann, und daher das Geschlechtsverhältnis der Neugeborenen durch sie keine Aenderung erfährt, obgleich auch hier daran gedacht werden könnte, dass die weniger widerstandsfähige männliche Frucht leichter und sicherer dem verbrecherischen Eingriff zum Opfer fällt, als die weibliche. In erster Reihe kommen natürlich die spontanen Aborte in Betracht. Die Häufigkeit dieser wird bestimmt durch die gesunde oder kranke Beschaffenheit des Organismus der Frau, durch ihren besseren oder weniger günstigen Ernährungszustand, ihre geringere oder grössere Widerstandsfähigkeit; von grossem Einfluss ist auch die Lebensweise der Frau während der Schwangerschaft, namentlich inwieweit sie sich die gehörige Pflege und Schonung angedeihen lässt und insbesondere

---

1) A. Hegar, Beiträge z. Pathologie des Eies und zum Abort in den ersten Schwangerschaftsmonaten. Monatsschrift f. Geburtskunde u. Frauenkrankheiten 1863, Bd. XXI, Suppl., S. 34.

2) G. S. Mc. Klee, Abortion. Americ. Journal of Obstetr. 1891, Vol. XXI, p. 1331.

3) Keyssener, Inaug.-Dissertation. Würzburg 1895. Citiert nach Veit.

4) Tarnier, Traité de l'art des accouchements. Paris 1886, Tome II, p. 474.

inwieweit sie sich von schwerer körperlicher Arbeit fernhält; und schliesslich wird die Häufigkeit der Fehlgeburten noch durch ein Moment beeinflusst, dessen Wirkungsweise noch nicht völlig aufgeklärt ist, nämlich durch die Häufigkeit einer vorausgegangenen, wenn auch schon längst „ausgeheilten" Lues des Mannes, die erfahrungsgemäss auf unaufgeklärte Weise, ohne eine Infektion des Weibes herbeizuführen, sogenannte habituelle Aborte veranlassen kann.

Der Umstand, dass das zahlreiche Vorkommen der Fehlgeburten die Ueberzahl der männlichen Geburten etwas zurücktreten lässt, kann zur Erklärung der bereits oben berührten Erscheinung dienen, dass in den Städten weniger Knaben geboren werden, als auf dem Lande. Habe ich auch in der Litteratur hierfür keine thatsächlichen Belege gefunden, so ist doch anzunehmen, dass bei der ruhigeren und mässigeren Lebensweise der Landbevölkerung, bei der auch die Lues an Bedeutung zurücktritt, die Aborte eine seltenere Erscheinung bilden, als in den Städten. Eine Handhabe für diese Annahme bietet uns der von Düsing ziffermässig beigebrachte analoge Nachweis in betreff der Totgeburten. Spielen doch bei beiden vielfach die gleichen Ursachen hinein!

Noch mit viel mehr Berechtigung dürfen wir die hier entwickelte Anschauung zur Erklärung eines statistischen Ergebnisses heranziehen, das eines der wenigen statistischen Resultate auf unserem Gebiete darstellt, worüber fast[1]) volle Uebereinstimmung herrscht. Es ist dies die auffallende Thatsache, dass bei unehelichen Geburten fast überall der männliche Geburtsüberschuss geringer ist, als bei den ehelichen Geburten. Dies geht schon aus der nachfolgenden Tabelle Bodio's hervor, worin für die Jahre 1887 bis 1891 den bereits auf Seite 3 mitgeteilten allgemeinen Sexualproportionen die Geschlechtszahlen bezüglich der unehelichen Geburten gegenübergestellt sind. Es sei bemerkt, dass der Unterschied jedenfalls noch auffallender wäre, wenn an Stelle der Rubrik „Ueberhaupt" das Geschlechtsverhältnis der ehelichen Kinder stünde.

1) Bloss Carlberg berichtet über abweichende Befunde, a. a. O. S. 45.

	Ueberhaupt	Unehelich
Italien	105,8	104,4
Frankreich	104,6	102,9
England	103,6	104,4
Deutschland	105,2	104,7
Oesterreich	105,8	105,5
Ungarn	105,0	102,9
Schweiz	104,5	101,6
Belgien	104,5	102,2
Niederlande	105,5	104,7
Spanien	108,3	107,9
Russland	105,4	104,5

Diese merkwürdige, schon lange bekannte Thatsache[1]) ist auf sehr verschiedene Weise ausgelegt worden. Ch. Bernoulli (1840) erklärt sie auf Grund der Hofacker-Sadler'schen Hypothese, indem er sie auf die Jugend des Vaters zurückführt; Ploss macht im Sinne seiner Ernährungshypothese die etwas gewagte Erklärung geltend, dass „die unehelich Geschwängerten durchschnittlich im besten Alter stehende Frauenspersonen und in der Regel gut genährt sind und deshalb ihre Frucht verhältnismässig besser ernähren als die Gesamtheit der anderen Frauen". Anders wieder erklärt sich Düsing die Verhältnisse; er findet den Grund in der bei unehelichen Geburten stärkeren Kreuzung, da der Vater häufig Soldat, zugereister Fabrikarbeiter oder Handwerksbursche, die Mutter aber ebenfalls zugereistes Dienstmädchen ist. Alle diese Erklärungsversuche tragen den Stempel der Unwahrscheinlichkeit an sich. Mit Sicherheit lässt sich nur ein Moment bei unehelich Geschwängerten als entweder einzige oder doch zumindest mit einwirkende Ursache dieser Erscheinung in Anschlag bringen: die grössere Häufigkeit der Aborte und Totgeburten. Für die Totgeburten ist es ganz bestimmt nachgewiesen, dass sie bei unehelichen Entbindungen bedeutend häufiger sind als bei den ehelichen; Düsing fand bei der Untersuchung eines 13jährigen Zeitraumes preussischer Geburtsstatistik, dass die Totgeburten unter 13 Millionen chelicher Geburten

1) Schon 1829 wird sie von Babbage diskutiert in dem Aufsatze: On the proportionate number of Births of the two sexes under different circonstances. The Edinbourgh Journ. of Science 1829, Vol. I, p. 85. Auch Sadler befasst sich in seinem 1830 erschienenen Werke: The law of population S. 337 sehr ausführlich mit ihr.

3,91 %, unter einer Million unehelicher Geburten dagegen 5,32 % ausmachen. Bei v. Fircks[1]) lauten die entsprechenden Prozentzahlen: 3,21 % : 4,52 %. So muss also schon die grössere Häufigkeit der Totgeburten bei unehelichen Entbindungen den Knabenüberschuss etwas herabdrücken. Aber noch in grösserem Masse dürfte dies durch die Aborte bewirkt werden; wer wollte daran zweifeln, dass diese bei Frauen, die unehelich konzipiert haben und die doch in der Regel ihrer Leibesfrucht nicht die Schonung angedeihen lassen und ihr infolge ungünstiger materieller Lage und psychischer Depression auch nicht die Ernährung gewähren können, wie die schwangeren Ehefrauen, viel häufiger sind, als bei den letzteren. In derartigen Momenten mag vielleicht auch die Erklärung für den allgemein bestätigten grösseren Knabenüberschuss bei den Juden gefunden werden. So giebt v. Fircks für Preussen für den Zeitraum von 1820 bis 1867 die Zahl 107,28, Düsing für den Zeitraum von 1875 bis 1887 ebenfalls für Preussen die Zahl 107,64 an. Nach Carlberg sollen die Juden Livlands im Jahre 1873 die unglaublich hohe Geschlechtsziffer von 139,84 aufgewiesen haben. E. v. Bergmann[2]) stellte für die jüdische Bevölkerung Posens während des Zeitraumes 1819 bis 1873 die Geschlechtsproportion 108,35 fest. Dass die Totgeburten bei ihnen seltener sind, als bei der christlichen Bevölkerung, ist statistisch nachgewiesen. Möglicherweise wäre auch das biologische Moment des Rassenunterschiedes hier in Betracht zu ziehen.

Wilckens. Ich wende mich jetzt zu einem zweiten namhaften Vertreter der Anschauung, wonach der Ernährung bei der Geschlechtsbestimmung eine wichtige Rolle zufällt, zu Wilckens[3]), dessen Untersuchungen sich ausschliesslich auf Haussäugetiere, insbesondere auf Pferde, Rinder, Schafe und Schweine beziehen. Es ist anzuerkennen, dass Wilckens das ihm zur Verfügung stehende Material von den verschiedensten Gesichtspunkten und

1) A. v. Fircks, Bevölkerungslehre und Bevölkerungspolitik. Leipzig 1898. S. 161.

2) E. v. Bergmann, Zur Geschichte der Entwickelung deutscher, polnischer und jüdischer Bevölkerung der Provinz Posen. Tübingen 1883. S. 110.

3) M. Wilckens, Untersuchungen über das Geschlechtsverhältnis und die Ursachen der Geschlechtsbildung bei Haustieren. Landwirtschaftl. Jahrbuch 1886, Bd. XV, S. 607.

in sehr erschöpfender Weise bearbeitet hat; zu bedauern ist nur, dass dieses Material so wenig umfangreich ist. Wilckens forschte auch der geschlechtsbestimmenden Wirkung anderer Momente als der der Ernährung nach, kam aber zu dem Ergebnis, dass von allen denjenigen Faktoren, die er in den Kreis seiner Ermittelungen gezogen hat, nur einem eine direkte Wirkung zuerkannt werden kann, nämlich dem Faktor der Ernährung. Denn auch die anderen Momente, durch die scheinbar eine Beeinflussung des Geschlechtes der Nachkommen bewirkt werden kann, üben diesen ihren Einfluss bloss durch eine Beförderung oder Beeinträchtigung der Ernährung des Muttertieres aus. So findet Wilckens z. B. einen Zusammenhang zwischen dem Alter der Mutter und dem Geschlecht der Nachkommen, und zwar in einem der Hofacker-Sadler'schen Hypothese entgegengesetzten Sinne. Diesen Zusammenhang führt Wilckens darauf zurück, dass junge Muttertiere verhältnismässig kräftiger und besser genährt sind als alte. Nebenbei sei bemerkt, dass Wilckens auf Grund seiner Untersuchungen dahin geführt wurde, dem männlichen Erzeuger jeden Einfluss auf das Geschlecht der Nachkommen abzusprechen.

Die Beobachtungen von Wilckens, die für unsere Frage am meisten ins Gewicht fallen, sind folgende. Bei 215 Stuten wurde deren Ernährungszustand festgestellt; Wilckens hebt als wichtigste Anhaltspunkte für diese Feststellung den Zustand der Muskulatur am Hinterschenkel sowie die Beschaffenheit der Haut und der Haare hervor. Bei den gut ernährten zeigte sich nun ein Verhältnis von 43 Hengstfohlen gegen 100 Stutfohlen, während die mittelmässig und schlecht genährten Stuten eine Geburtsziffer von 213 Hengstfohlen gegen 100 Stutfohlen aufwiesen. Diese Ergebnisse sind überraschend und fordern zu weiteren Studien auf; als erledigt kann die Frage allerdings durch sie nicht gelten, da das Material, worüber sie sich erstrecken, denn doch etwas zu ungenügend erscheint. Wilckens hebt übrigens selbst hervor, dass diese Untersuchungen auf einer zu geringen Zahl von Individuen basieren. Bei einer so geringen Versuchs-

reihe ist das Walten des Zufalles und damit die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Wiederholung dieser Zählungen bei einem anderen gleich grossen Material abweichende, vielleicht gar entgegengesetzte Resultate ergeben würde. Auch scheint die Bestimmung des Ernährungszustandes der Tiere keine ganz unanfechtbare zu sein. Und schliesslich kann diesen Beobachtungen der Vorwurf nicht erspart werden, dass der Ernährungszustand der Tiere erst nachträglich und nicht, was ja allein für die Frage massgebend sein kann, zur Zeit der Konzeption ermittelt wurde.

Auch gegen die analogen Erhebungen von Wilckens an Kühen muss die gleiche Einwendung erhoben werden. Auch diese stützen sich auf kein genügend umfassendes Zahlenmaterial, obgleich die Zahl 3265 als eine relativ hohe erscheint. Noch weniger kann man sich mit den Anhaltspunkten einverstanden erklären, an die sich Wilckens bei der Bestimmung des Ernährungszustandes der Tiere hielt. Wilckens ging von der Ansicht aus, dass eine Kuh, die viel Milch giebt, sich in einem schlechten Ernährungszustand befinden müsse, da durch die reichliche Milchproduktion ein grosser Teil der Ernährung in Beschlag genommen werde, wofür auch der Umstand spricht, dass sich solche Tiere mager halten; die wenig Milch ausscheidenden Kühe fasste er als gut genährte auf. So richtete er sich bei der Feststellung des Ernährungszustandes lediglich nach der Menge der gelieferten Milch. Die schlechtgenährten ergaben eine Geschlechtsproportion der Kälber von 115,1, die gutgenährten eine solche von 100,3. Man kann nicht umhin, Zweifel an der Zuverlässigkeit dieses Massstabes zu hegen; mag man sich auch damit einverstanden erklären, dass gut melkende Kühe schlecht ernährt sind, so liegt in der schwachen Milchproduktion noch immer keine sichere Gewähr für den tadellosen Ernährungszustand des Tieres, da ja doch die Kuh aus anderen Gründen schlecht ernährt sein kann. Ueberdies scheinen die Erhebungen von Wilckens in dieser Beziehung nicht alle in gleichem Sinne ausgefallen zu sein, da er selbst angiebt, an der Herde von Hohenfelde ein Resultat erhalten zu haben, das dem obigen widerspricht.

Wilckens kommt also auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Schlusse, dass bessere Ernährung des Muttertieres im allgemeinen die Entstehung des weiblichen Geschlechtes, schlechte Ernährung die des männlichen Geschlechtes begünstigt. Doch hebt er selbst hervor, dass er weit davon entfernt ist, die Ernährung als den allein ausschlaggebenden Faktor bei der Bildung des Geschlechtes zu betrachten. Ausser der Ernährung müssen unbedingt noch andere Faktoren an der Regelung des Geschlechtes mitwirken, da sonst bei gleicher Ernährung stets das gleiche Geschlecht produziert werden müsste — Faktoren, die sich zur Zeit unserer Erkenntnis vollkommen entziehen, daher weder eine willkürliche Erzeugung des Geschlechtes, noch aber eine sichere Vorhersage desselben möglich sei. Nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit lässt sich voraussagen, „dass junge und gut genährte Mütter verhältnismässig mehr weibliche Junge, alte und schlecht genährte Mütter verhältnismässig mehr männliche Junge gebären werden".

Hier kann ich der Frage nicht ausweichen, wie man sich den Einfluss der Ernährung auf die geschlechtliche Veranlagung der im Eierstock befindlichen Eizellen bei höheren Tieren vorstellen könnte. Erinnern wir uns dessen, dass oben die Ansicht als die wahrscheinlichere hingestellt wurde, dass die Eizellen ihren Geschlechtscharakter nicht selbständig zur Ausbildung bringen, sondern ihn bereits in fertigem Zustand aus den embryonalen Zellen, deren Abkömmlinge sie sind, übernehmen, so scheint sich hier eine Schwierigkeit entgegenzustellen, indem es auf den ersten Blick den Anschein hat, als ob eine Erklärung des geschlechtsbestimmenden Einflusses der Ernährung nur mit der Annahme vereinbar sei, dass in den Eizellen das Geschlecht erst zur Zeit der Einwirkung jener Ernährungsmomente, d. h. bei der Ausreifung zur Ausbildung gelangt. Es ist wohl zuzugeben, dass man sich die Wirkung der Ernährung auf das Geschlecht bei dieser Annahme etwas leichter vorstellen kann, doch möchte ich andererseits betonen, dass auch bei unserer oben entwickelten Ansicht eine Erklärung recht gut möglich ist. Man kann sich

immerhin auch bei dieser Annahme die Verhältnisse in der Weise zurechtlegen, dass durch eine bestimmte Art der Ernährung die Eier des einen Geschlechtes an der letzten Etappe ihrer Entwickelung, nämlich an ihrem Ausreifen verhindert werden können, so dass ihr Platz in der Reihenfolge der Ovulation durch Eier des anderen Geschlechtes eingenommen wird.

Ein Widerspruch tritt uns hier also keineswegs entgegen, wie sich denn überhaupt theoretische Bedenken gegen die Möglichkeit einer Beeinflussung des Geschlechtes der Eier durch Verbesserung oder Beeinträchtigung der Ernährungsbedingungen des Mutterindividuums nicht erheben lassen. Können wir den im Vorhergehenden geschilderten Untersuchungen eine überzeugende Kraft nicht beimessen und müssen wir uns zur Ansicht bekennen, dass durch sie der Beweis nicht sicher erbracht ist, dass die Ernährung auch bei Säugetieren als geschlechtsbildender Faktor in Betracht komme, so liegt für uns das Motiv hierfür nicht darin, dass eine derartige Wirksamkeit der Ernährung als ein — wir möchten sagen — mystisches, unfassbares, aller Wahrscheinlichkeit Hohn sprechendes Phänomen vor uns stehen müsste, sondern lediglich in der Unzulänglichkeit des dafür beigebrachten Beweismaterials. Und selbst wenn wir uns jenen Untersuchungsresultaten gegenüber auf den Standpunkt der Anerkennung stellen, so können wir nicht umhin, hervorzuheben, dass es sich bei der Ernährung unmöglich um eine ausschlaggebende geschlechtsbildende Ursache handeln kann, sondern bloss um ein untergeordnetes, gewissermassen leise wirkendes Moment, dessen Wirkung sich nur bei dem Vergleiche ausgedehnter Massenerhebungen in einer geringfügigen Verschiebung der Geschlechtsproportion der Neugeborenen äussert. Selbst Ploss, Düsing und Wilckens, die Hauptvertreter der Ernährungshypothese, wollen über eine derartige Auffassung der Rolle der Ernährung nicht hinausgehen, indem sie hervorheben, dass sie nicht im entferntesten daran denken, der Ernährung die Rolle eines in jedem einzelnen Falle das Geschlecht mit strenger Gesetzmässigkeit bestimmenden Momentes zuzuschreiben. Musste

sich doch ja dieselbe Schlussfolgerung schon aus den Ueberlegungen aufdrängen, mit denen wir auf Seite 74 diesen Teil unserer Ausführungen einleiteten.

Schenk'sche Theorie.

Bei einem solchen Stande der Dinge wird man die Behauptung Schenk's von vornherein mit einer gewissen Skepsis entgegennehmen, wonach es ihm gelungen sei, eine Methode festzustellen, durch die mit Hilfe einer besonderen Einwirkung auf den Stoffwechsel der weibliche Organismus so beeinflusst werden kann, dass nicht etwa nur eine statistisch feststellbare Verschiebung der Geschlechtszahl bewirkt, sondern in jedem einzelnen Falle mit Sicherheit die Geburt eines Knaben herbeigeführt wird — ein frappierender Erfolg, wie er bisher nur bei ganz niederen Tieren, etwa bei dem tiefstehenden Wurm Hydatina, geglückt ist. Die Methode erstreckt sich nur auf die Hervorbringung von Knabengeburten; Schenk giebt an, dass es nicht in seiner Macht stehe, die Geburt eines Mädchens zu fördern, ein Umstand, der sein Verfahren von denen seiner zahlreichen Vorgänger unterscheidet, der aber in praktischer Hinsicht der Methode nicht als ein Defekt anzurechnen wäre, da sich ja bekanntlich der Wunsch der Familien doch vorwiegend auf eine männliche Nachkommenschaft richtet und sich Eltern, denen ausschliesslich eine Schar von Söhnen beschieden ist, erfahrungsgemäss viel leichter in ihr Schicksal finden, als solche, denen ein zahlreicher ausschliesslich weiblicher Nachwuchs beschert ist.

Es ist bekannt, welch' ausserordentliches Aufsehen schon die erste Publikation Schenk's im Jahre 1898 hervorgerufen hat, ein Interesse, das bis zum heutigen Tag nicht erlahmt ist, um so weniger als Schenk mit einer vor zwei Jahren erschienenen zweiten Veröffentlichung, worin er es unternahm, ein „Lehrbuch der Geschlechtsbestimmung" zu bieten, aufs neue die Aufmerksamkeit auf seine Lehre lenkte.

Die Grundgedanken seiner Theorie hat Schenk der vorhergehenden Litteratur der Frage entnommen: die Ansicht, dass das

Geschlecht schon in den Eizellen des Eierstockes festgestellt ist, und die zweite Ansicht, dass auf die Geschlechtsbestimmung des zur Ausreifung gelangenden Eies die Ernährungsverhältnisse des Mutterorganismus von Einfluss sind, eine Anschauung, die, wie wir sahen, allerdings für niedere Tiere durch biologische Beobachtungen und Experimente lange schon vor Schenk ihre Begründung gefunden hat. Freilich kann Schenk der Vorwurf nicht erspart werden, dass er sich betreffs des ersten dieser Grundsätze einer schwer verständlichen Inkonsequenz schuldig macht, denn obwohl sich die Voraussetzung der ovarialen Bestimmung des Geschlechtes durch seine beiden Publikationen hindurchzieht und auch an unzähligen Stellen in bestimmter Weise zum Ausdruck kommt, äussert er sich unvermittelt an einer Stelle seiner ersten Publikation (S. 93) dahin, dass die Geschlechtsdifferenzierung des Embryos erst im dritten Schwangerschaftsmonate auftrete und richtet auch seine Methode zur Beförderung der Knabenerzeugung danach ein.

Bei einer Darstellung der Lehre Schenk's müssen wir zwischen seiner ersten und seiner zweiten Veröffentlichung unterscheiden, da zwischen beiden eine ausgesprochene Dissonanz herrscht. Ja, man kann mit einer gewissen Berechtigung sagen, dass es zwei Theorien Schenk giebt, eine vom Jahre 1898 und eine vom Jahre 1901.

In seiner ersten Broschüre[1]) gewährt uns Schenk einen Einblick in die Entstehungsgeschichte seiner Theorie durch Mitteilung der Beobachtung, wodurch er zur Aufstellung seiner Lehre geführt wurde. Eine Frau, die früher schon fünf Knaben geboren hatte, erkrankte plötzlich an der Zuckerruhr; während ihrer Krankheit gebar sie noch zwei Kinder, jedoch beide weiblichen Geschlechtes. Nachdem er noch weitere ähnliche Fälle zu beobachten Gelegenheit hatte, entstand in ihm der Gedanke, es herrsche zwischen der Zuckerausscheidung und der Geburt eines Mädchens ein ursächlicher Zusammenhang. Von diesen Beobach-

1) L. Schenk, Einfluss auf das Geschlechtsverhältnis. 2. Auflage. Magdeburg 1898.

tungen ausgehend untersuchte Schenk die Ausscheidungen von solchen Frauen, die nur Mädchen und keine Knaben geboren hatten und fand stets Zucker.

Auf diese Grundlage baute er sein System auf, in dem wir einen theoretischen und einen praktischen Teil unterscheiden können. Der theoretische Teil der Schenk'schen Lehre besteht in der Auffassung, dass in allen Fällen, wo der Stoffwechsel des weiblichen Körpers eine sich durch die Zuckerausscheidung äussernde Störung erleidet, die Eizellen sich nicht zum höheren Typus des männlichen Eies entwickeln können, sondern infolge ihrer mangelhaften Ernährung schon auf der tieferen Stufe des weiblichen Geschlechtscharakters eine Hemmung in ihrer Fortentwickelung erfahren. Hieraus ergiebt sich dann für ihn auch der leitende Gesichtspunkt für die Behandlung, d. h. ein zweiter, praktischer Teil seiner Lehre. Soll die Geburt eines Knaben erzielt werden, so muss ein solches Verfahren eingeleitet werden, wodurch jener für die Knabenerzeugung verhängnisvolle Zuckergehalt aus dem Urin spurlos zum Schwinden gebracht und dadurch das Gleichgewicht im Stoffwechsel der Frau hergestellt wird.

Die Zuckerkrankheit (Diabetes) ist eine tiefgreifende Stoffwechselstörung des Organismus; ihr Wesen besteht darin, dass der Organismus die Fähigkeit mehr oder minder eingebüsst hat, die in dem Blute cirkulierenden Kohlenhydrate, die er teilweise mit der Nahrung aufgenommen, teilweise aus den Geweben des Körpers gebildet hat, zu verarbeiten, womit ihm eine der Hauptquellen der Wärme und Muskelkraft verloren geht. Die Kohlenhydrate werden in unverbrauchtem Zustande ausgeschieden und erscheinen als Traubenzucker im Harn, und zwar je nach der Schwere des Falles in verschiedener Menge bis zu einem Kilogramm in 24 Stunden. Dies hat zur Folge, dass der Organismus für den Verlust seiner normalen Kraftquelle durch eine Zerstörung des in den Geweben aufgespeicherten Eiweisses und Fettes Ersatz sucht. Die eigentlichen Ursachen des Leidens sind noch nicht völlig geklärt und interessieren uns auch hier nicht

weiter. Ist diese Zuckerausscheidung nur eine vorübergehende, wie wir sie als Begleiterscheinung von Leiden verschiedenster Art auftreten sehen, so spricht man nicht von Diabetes, sondern von Glykosurie.

Die Behandlung des Leidens ist hauptsächlich eine diätetische, wodurch allerdings keine eigentliche Heilung der Krankheit erzielt, immerhin aber ein leidliches Gleichgewicht im Stoffwechsel hergestellt wird. Diese Diät besteht in der Verabreichung reichlicher eiweisshaltiger Nahrung, vorzugsweise von Fleisch, daneben von Fett, während Kohlenhydrate (Zucker, Obst, Mehlspeisen, Alkohol) auf ein geringes Mass beschränkt werden.

Das Verfahren nun, das Schenk bei den Frauen, die Knaben wünschen, einschlägt, entspricht genau dieser Behandlungsart des Diabetikers. Entsprechend dem Grundsatz, dass das Geschlecht des Individuums bereits im unbefruchteten Ei bestimmt ist, lässt Schenk dieses Régime schon zwei bis drei Monate vor der Empfängnis einsetzen, will es jedoch bis zum dritten Monat der Schwangerschaft fortgeführt wissen, bis zu einem Zeitpunkt also, wo das Geschlecht wie wir sahen sogar schon anatomisch an dem Embryo nachweisbar ist — ein Widerspruch, auf den wir bereits oben hingewiesen haben.

So setzt sich Schenk also in einen gewissen Gegensatz zu den Ergebnissen der Biologie; denn wo immer sonst der Einfluss der Ernährung auf das Geschlecht der Nachkommen behauptet wurde, ist dies stets nur in dem Sinne geschehen, dass es die Herabminderung der Ernährung des Mutterindividuums sei, wodurch die Erzeugung männlicher Nachkommenschaft befördert werde. Schenk bietet dagegen nach seiner ersten Theorie seinen Klientinnen eine möglichst nahrhafte Kost, er trachtet auf deren Stoffwechsel recht günstig einzuwirken. Auf Seite 84 hebt er besonders hervor, dass seine Methode — richtig ausgeführt — nicht nur den Zucker verschwinden lässt, sondern auch „den allergünstigsten Stoffansatz, den besten Eiweissansatz im Körper erwirkt", und setzt auch noch die Vermutung hinzu, dass „vielleicht der männliche Embryo einen grösseren Eiweissansatz braucht

als der weibliche". Noch klarer tritt der Umstand, dass der Succus seiner Massnahmen in einer besonderen Kräftigung der Frau bestehen soll, in dem Schlussatze seiner Abhandlung hervor, worin er seine Theorie mit der Lehre von der „gekreuzten Geschlechtsvererbung" in Zusammenhang bringt, jener uralten Hypothese, wonach der kräftigere Teil das dem seinigen entgegengesetzte Geschlecht fortzupflanzen die Tendenz hat. Schenk's Worte (S. 109) lauten: „Dadurch, dass das Weib nach unserer Weise genährt wird, kann sie in eine Lebensphase gelangen, wo sie dem Mann gegenüber geschlechtlich überlegen wird, um nach dem Gesetze von der Lehre von der gekreuzten Geschlechtsvererbung einen männlichen Nachkommen zur Welt zu bringen".

Gegen die Schenk'sche Lehre in ihrer ersten Fassung lassen sich schwerwiegende theoretische Bedenken geltend machen. Vor allem ist die Annahme, dass das weibliche Ovulum eine weniger entwickelte und schlechter genährte Form des Eies sei als das männliche, als eine unglückliche zu bezeichnen. Die Eier entwickeln sich im Eierstock unter den gleichen Bedingungen, sie sind gleich gross und morphologisch nicht voneinander unterschieden. Der Umstand, dass — wie wir sahen — das weibliche Ei sich in seiner weiteren Entwickelung als widerstandsfähiger erweist als das männliche, könnte eher noch eine gegenteilige Auffassung aufkommen lassen. Auch ist an die Thatsache zu erinnern, dass bei allen jenen niederen Tieren, bei denen die Eier verschiedenen Geschlechtes verschieden beschaffen sind, stets das weibliche Ei das grössere, an Nahrungsdotter reichere, also offenbar besser ausgerüstete ist.

Auch wäre es höchst auffallend, dass die Natur die Entstehung der weiblichen Nachkommen, die ja im Vergleich zu den männlichen stets in einem bestimmten Prozentsatz geboren werden, von dem Walten eines so schwankenden und — fast möchten wir sagen — pathologischen Faktors, wie es die ungünstige Beschaffenheit des weiblichen Stoffwechsels ist, abhängig gemacht hat. Wenn man berücksichtigt, wie mächtig das Bestreben der

Natur nach Erhaltung der Gattung ist, so muss es einem doch sehr unwahrscheinlich erscheinen, dass die Natur die Bildung des weiblichen Geschlechtes, die doch eine Vorbedingung der Erhaltung der Gattung ist, nicht durch andere zuverlässigere Momente gesichert hätte. Liegt es da nicht ausserhalb des Bereiches unserer Vorstellung, dass einmal der Fall eintreten könnte, dass bei sämtlichen lebenden Frauen zu gleicher Zeit ein derartiger Zustand des Stoffwechsels obwaltet, der nach Schenk nur die Bildung einer männlichen Nachkommenschaft gestattet, womit natürlich der Untergang des Menschengeschlechtes besiegelt wäre.

Entscheidender aber noch als diese Einwände ist, dass die beiden Voraussetzungen, worauf Schenk seine Lehre unmittelbar gegründet hat, nicht zutreffen. Es hat sich seitdem zur Genüge herausgestellt, dass Frauen, die an Diabetes leiden, Knaben und Mädchen in derselben Häufigkeit hervorbringen wie Gesunde. Ein merkwürdiger Zufall hat Schenk gerade solche Fälle in die Hände gespielt, die ihn zu seiner Hypothese hinleiten konnten. Auch ist es unzutreffend, dass in den Ausscheidungen der Frauen, die ausschliesslich zur Erzeugung weiblicher Kinder hinneigen, stets eine gewisse Menge Zucker nachgewiesen werden könne. Die Unrichtigkeit dieser Behauptung geht aus den Angaben Schenk's selbst hervor, indem in sieben von den in seiner zweiten Broschüre mitgeteilten Fällen — zumeist Fälle, wo es sich um ausschliesslich weibliche Nachkommenschaft handelte — keine Spur von Zucker nachweisbar war.

Schenk hat selbst, wie es scheint, die Unhaltbarkeit seiner Lehre in dieser Form anerkannt und sie in seiner zweiten Publikation [1]) wesentlich umgestaltet. Von dem, worauf er früher seine Lehre basiert hatte, von der Zuckerausscheidung und ihrer Herabminderung, ist hier kaum mehr die Rede. Ebenso wie es früher sein Hauptbestreben war, diesen wichtigen Nahrungsstoff aus den Sekreten der Frau wegzuschaffen, so ist er jetzt bemüht, ihn aus seiner Lehre gründlich auszumerzen. Er erwähnt den

1) L. Schenk, Lehrbuch der Geschlechtsbestimmung. Halle 1900.

Zucker nur insofern, als er erklärt, dass er nun in allen jenen Fällen, wo sich auch nur ganz minimale Zuckerspuren nachweisen lassen, von einer Behandlung gänzlich absieht, um nicht Misserfolgen ausgesetzt zu sein, und dass er sich ausschliesslich an ganz gesunde Individuen hält (S. 114). Er legt jetzt das Hauptgewicht auf einen richtigen Eiweissumsatz im Organismus, d. h. auf eine vollkommene Verarbeitung des in den Nahrungsmitteln aufgenommenen Eiweisses[1]); ja er geht noch weiter und verlangt nicht nur einen totalen Zerfall der von aussen aufgenommenen Eiweissmenge, sondern auch einen mässigen Zerfall des im Körper selbst aufgespeicherten sogenannten Organeiweisses, was sich in einer Abnahme des Körpergewichtes zu erkennen geben soll. So schreibt er jetzt den sich seiner Behandlung anvertrauenden Frauen eine richtige Abmagerungskur vor, ähnlich derjenigen, die als „Bantingkur" bekannt ist. Er entzieht ihnen nicht nur, wie früher, die Kohlenhydrate, sondern auch das Fett und nährt sie hauptsächlich mit einer eiweissreichen Nahrung, insbesondere mit Fleisch. Diese Diät unterstützt er durch eine Kaltwasserkur in Verbindung mit Massage, sowie durch Verabreichung von Pastillen, deren Zusammensetzung er wohl nicht bekannt giebt, die aber offenbar organo-therapeutische Präparate darstellen, etwa Schilddrüsenextrakt, das ja bekanntlich als Abmagerungsmittel vielfach mit Erfolg benutzt wird. Die vollkommene Ausnutzung des Nahrungseiweisses und den Zerfall des Organeiweisses kontrolliert er durch die Bestimmung des Stickstoffgehaltes des Harnes, woraus sich bekanntlich durch Multiplikation mit der Zahl 6,25 die Menge des umgesetzten Eiweisses berechnen lässt. Er fordert einen Eiweissumsatz von 110 Gramm in 24 Stunden. Auch diese Behandlung muss schon zwei bis drei Monate vor der Befruchtung einsetzen und während der

---

1) Um der Wahrheit die Ehre zu geben, muss mitgeteilt werden, dass Schenk schon in seiner ersten Schrift sozusagen den Uebergang zu seiner zweiten Theorie anbahnt, indem er auf S. 87 neben dem Verschwinden des Zuckers aus den Ausscheidungen auch auf einen relativ hohen Umsatz von stickstoffhaltigen Substanzen Gewicht legt.

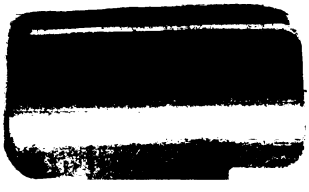
ersten zwei Monate der Gravidität fortgeführt werden, so dass sich seine Klientinnen fünf Monate lang unausgesetzt in seiner Behandlung befinden, einer Behandlung, die bei einer Schwangeren, die zum Aufbau und zur Ernährung ihrer Leibesfrucht eines Stoffansatzes und nicht eines Stoffverlustes bedarf, gewiss nicht als gleichgültig bezeichnet werden kann.

Man sieht, Schenk kommt nun also dazu, die Geburt eines Knaben nicht, wie in seiner ersten Schrift, durch eine günstigere Gestaltung des Ernährungszustandes des Weibes, sondern im Gegenteil durch dessen Herabsetzung zu fördern. Seine Methode läuft nun auf eine Schwächung des Weibes hinaus, wie er denn auch hervorhebt, dass die Frau schon in der Vorbereitungskur, d. h. schon vor dem Zeitpunkt der Empfängnis, 2—3 Kilogramm an Körpergewicht abnehmen soll. Erklärt er also selbst in seiner ersten Schrift seine Lehre als identisch mit der Lehre von der sogenannten gekreuzten Vererbung des Geschlechtes, so nimmt sie in ihrer zweiten Fassung die Form der mit dieser Lehre im schroffsten Gegensatz stehenden Ernährungshypothese von Ploss, Düsing und Wilckens an, deren schüchterne und bescheidene Forschungsresultate hier in drastischer Weise auf den Menschen übertragen werden.

Ich glaube nicht, mich auf eine weitere Kritik der Lehre Schenk's einlassen zu müssen und meine auch nicht zu weit zu gehen, wenn ich behaupte, dass eine derartige gründliche Umgestaltung oder, richtiger gesagt, Umkehrung der Schenk'schen Lehre innerhalb der kurzen Frist von drei Jahren durch ihren Urheber selbst nicht dazu angethan sein kann, das Vertrauen in ihre Richtigkeit zu erhöhen.

Schluss. Die wissenschaftliche Forschung hat, wie wir dargelegt haben, in der interessanten, aber ebenso schwierigen Frage nach den das Geschlecht bestimmenden Ursachen — wenn es ihr auch nicht gelungen ist, volles Licht in das Dunkel zu

bringen — doch mit grosser Wahrscheinlichkeit die Erkenntnis einer grundlegenden Thatsache gezeitigt, der Thatsache, dass im Tierreiche die Bestimmung des Geschlechtes ein Vorrecht des mütterlichen Organismus ist und dass diese Bestimmung schon vor der Befruchtung im Ei vollzogen erscheint. Vorläufig lassen wir uns an dieser wichtigen Erkenntnis genügen. Wir dürfen mit der Zuversicht in die Zukunft blicken, noch manche von den zahlreichen offenen Fragen, die sich an diese Erkenntnis knüpfen, ihrer Lösung zuführen zu können: haben uns doch schon die bisherigen Erfolge der Biologie den Beweis geliefert, dass dieses Gebiet unserer Einsicht und den Hilfsmitteln unserer Forschung nicht unzugänglich ist.

Druck von Ant. Kämpfe in Jena.

YC110571